



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y
COMPUTACION
INGENIERIA ELECTRICA**

**TESIS MONOGRAFICA PARA OPTAR POR EL TITULO DE
INGENIERIO ELECTRICO**

TITULO

Guía de uso de las normas de Diseño e Instalación Eléctrica de Baja Tensión en
Nicaragua

AUTOR

Br. Moisés René Silva Hernández
No. Carnet: 2009-29500

TUTOR

Ing. Ramiro Arcia Lacayo

Managua, octubre 2019

Contenido

Capítulo 1: Generalidades	1
1. Introducción	1
2. Antecedentes.....	2
3. Justificación	3
4. Objetivos	4
4.1. Objetivo general	4
4.2. Objetivos específicos	4
5. Marco Teórico.....	5
5.1. Generalidades de las instalaciones electricas.....	5
5.2. Objetivos de una instalacion electrica.....	6
5.3. Clasificaciones de las instalaciones electricas.....	7
5.4. Elementos que constituyen una instalación eléctrica.....	8
5.5 Herramientas para realizar un diseño eléctrico.....	14
6. Diseño metodologico.....	16
Capitulo 2: Propuesta de guia de uso de la normas de diseño e instalacion electrica de baja tension en Nicaragua y propuesta de mejora de contenido.....	17
7. Normas para realizar un diseño electrico de baja tension.....	18
8. Pasos para realizar el diseño de un sistema electrico.....	19
8.1 Paso 1: Planificacion del diseño.....	19
8.2 Paso 2: Selección de luminarias por ambiente.....	21
8.3 Paso 3: Calculos luminicos.....	27
8.4 Paso 4: Determinacion de equipos a instalar y transformador	34
8.5 Paso 5: Calculo de equipos varios.....	41
8.6 Paso 6: Selección de paneles y circuitos derivados.....	43
8.7 Paso 7: Calculo y especificacion de conductores.....	53
8.8 Paso 8: Sistema a tierra.....	60

8.9 Paso 9: Calculo de generador.....	62
8.10 Paso 10: Diagrama unifilar.....	63
8.11 Paso 11: Notas generales.....	66
Capítulo 3: Aspectos finales.....	72
10. Conclusiones.....	73
11. Anexos.....	74
12. Bibliografía.....	82

1. Introducción

En Nicaragua, a través de los años, se han venido desarrollando una serie de proyectos importantes para el crecimiento de la energía eléctrica tanto en zonas rurales como urbanas. Para finales del año 2017 se reporta que existe un 94% de cobertura eléctrica en todo el territorio nacional, gracias a esto, tanto las familias nicaragüenses como comercios e industrias públicas y privadas pueden contar con un sistema eléctrico que supla sus necesidades cotidianas dependiendo de su naturaleza de trabajo.

La carrera de ingeniería eléctrica como tal, en una de sus áreas importantes como lo es el diseño de sistemas eléctricos de baja tensión, es la encargada, por medio de normas y criterios regidos por el Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua CIEN, de realizar un sistema eléctrico óptimo y eficiente, que sea estable y que siguiendo estas normas se garanticen evitar accidentes eléctricos que puedan traer pérdidas materiales y hasta humanas en un grado extremo.

Estas normas, las cuales se deben de regir en cada diseño eléctrico de baja tensión, tienen que ser del conocimiento sin excepción de cada persona certificada que realice un diseño eléctrico ya sea desde una residencia básica hasta una industria o comercio complejo cuyo sistema eléctrico tiene que funcionar de manera óptima e ininterrumpida. Una de las instituciones encargadas de la aplicación de estas normas en Nicaragua es la Dirección General de Bomberos, a pesar de que el ente regulador INE es el encargado oficialmente, la DGB es la que emplea las revisiones de planos eléctricos y aprobarlos siempre y cuando el plano este diseñado siguiendo las normas establecidas y haya sido realizado por un Ingeniero Eléctrico certificado, una vez se hace la revisión de los planos se evalúan si estos llenan los requerimientos justos para el tipo de naturaleza de trabajo que se exige en este sistema eléctrico, los planos se aprueban y se sellan si cumplen las normas de diseño y estos están autorizados para poderse construir.

En la actualidad los proyectos de baja tensión tanto en diseño como en construcción están en auge gracias al crecimiento que se presenta poco a poco en el país, tanto en sistemas residenciales como comerciales e industriales, y es deber de todo diseñador y constructor eléctrico aplicar sin excepción las normas y códigos a sus proyectos eléctricos de baja tensión.

2. Antecedentes

El Código de Instalaciones Eléctricas de Nicaragua CIEN, es el conjunto de normas del cual se rige toda construcción e instalación eléctrica en Nicaragua, el propósito principal de este es de proteger a las personas y propiedades de los peligros que implica el uso de la electricidad, este código en Nicaragua es una adaptación del National Electrical Code NEC (Código Eléctrico Nacional) que es el mismo código con una extensa colección de artículos para la instalación segura de equipos eléctricos y cableado, pero estandarizado a instalaciones eléctricas estadounidenses.

Estos forman parte de una serie de normas de prevención de incendios que fue publicada originalmente por la National Fire Protection Association NFPA en su primera edición en 1897 y ha venido siendo actualizada constantemente con el transcurso de los años siendo la edición 2017 la más reciente.

Muchos países han hecho su adaptación del NEC siempre respetando las normas de seguridad y construcción ya establecidas para sistemas eléctricos, las únicas diferencias que varían son las especificaciones de materiales, esto en dependencia del país donde quizá ese material no se encuentre o su precio es demasiado elevado en construcción, así como sobredemanda de algún material por lo cual ellos establecen como principal para sus instalaciones, colores base para los conductores por fase, todo esto, adecuado a la región donde se vaya a emplear.

En Nicaragua no existe un manual del diseñador, como una guía o documento, que nos facilite y nos diga con profundidad como se aplican las normas ya sea el CIEN o NEC en cada diseño que realiza, ya que, existe un gran porcentaje de proyectos que no pasan por la pre-aprobación de la DGB, por lo cual esta tesis tratara de recopilar información alusiva y mostrara cuales son las realidades del uso de las normas de diseño e instalación eléctrica en el país, que criterios utilizan los diseñadores, que información detallada incluyen en sus planos para facilitar la construcción del mismo, así como, si el personal instalador está calificado y posee el conocimiento adecuado, el seguimiento en campo antes y después de la construcción, y por supuesto, la responsabilidad que tiene cada diseñador e instalador de sistemas eléctricos de baja tensión.

3. Justificación

A medida que se va desarrollando la industria eléctrica como tal, se van diseñando nuevos métodos de eficiencia en sistemas eléctricos, maquinas, motores, sistemas de respaldo e incluso iluminación, por lo cual los estandartes de calidad para tener mayor eficiencia en los sistemas eléctricos han aumentado, esto, para suplir las necesidades de las personas y obtener un mejor desempeño de la energía eléctrica como tal. Con esto debemos de saber lo importante que es conocer y estudiar las normas y requerimientos y aplicarlas a nuestros proyectos eléctricos para evitar una mala práctica.

En Nicaragua se maneja el diseño e instalación eléctrica con poco grado de seriedad por los mismos diseñadores y/o constructores, ya que muy pocas veces los diseños y construcciones realizadas son hechas por personal calificado. Al ser el tema de las instalaciones eléctricas una práctica tan delicada, se debe de tomar en cuenta todas las normas establecidas para el desarrollo de cualquier proyecto eléctrico por muy pequeño que sea, debemos tomar en cuenta cada aspecto importante de nuestras instalaciones desde el momento del diseño, adentrarnos a prever todo conflicto que podamos poseer con las demás especialidades que se codean en un proyecto de construcción, dar seguimientos a nuestros proyectos.

Esta tesis tratara de brindarle la información necesaria a todas las personas, ingenieros, egresados, técnicos y estudiantes, de cómo es la aplicación de las normas en Nicaragua, como evitar las malas prácticas en diseño y en campo, y relatarles una mejor visión de lo que es la rama del diseño e instalación eléctrica de baja tensión aquí en Nicaragua.

Se realizará un muestreo a diferentes diseñadores e instaladores, empíricos y graduados, así como empresas de construcción que se dedican a la supervisión, diseño y construcción de sistemas eléctricos en el país, para así obtener un informe claro de cómo y con qué criterios ellos aplican las normas, si su personal es calificado, y si ellos se someten a las revisiones y aprobaciones que brinda la DGB para sistemas eléctricos de baja tensión.

4. Objetivos

4.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de guía para el uso de las normas de diseño e instalación eléctrica de baja tensión en Nicaragua.

4.2. Objetivos específicos

- a. Determinar los criterios usados por los diseñadores e instaladores eléctricos acá en Nicaragua.
- b. Analizar las aplicaciones de las normas que se utilizan actualmente para el diseño e instalación de sistemas eléctricos.
- c. Elaborar una propuesta para mejorar el contenido y la presentación de diseños y proyectos futuros para aumentar la calidad de estos.

5. Marco Teórico

En la carrera de Ingeniería Eléctrica, una de las materias importantes para el desarrollo y entendimiento de la energía eléctrica es el Diseño de Sistemas Eléctricos, el cual va de la mano con materias como circuitos eléctricos y materiales eléctricos que nos dan las herramientas fundamentales para la comprensión de lo que son los sistemas eléctricos y las instalaciones como tales, sus generalidades, como funcionan, para que son, y cómo estas junto con las normas nos garantizan un sistema eléctrico eficiente.

5.1. Generalidades de las Instalaciones Eléctricas

Se le conoce como instalación eléctrica, al conjunto de elementos que permiten transportar y distribuir la energía eléctrica desde un punto de suministro o fuente, hasta los equipos que requieren esta misma para su funcionamiento. Entre estos elementos tenemos:

- Tableros eléctricos
- Interruptores
- Tomacorrientes
- Transformadores
- Bancos de capacitores
- Dispositivos de control
- Cables
- Conexiones
- Canalizaciones

Dependiendo de su aplicación, las instalaciones eléctricas pueden ser:

- Abiertas: con cables conductores visibles
- Aparentes/Superficiales: instaladas en tubos o ductos
- Ahogadas/Empotradas: en paredes, techos o pisos
- Ocultas: dentro de paneles

5.2. Objetivos de una instalación eléctrica

En una instalación eléctrica, el objetivo principal es distribuir la energía eléctrica en todos los equipos de manera eficiente y segura, además de que nuestra instalación debe de ser flexible, económica y accesible.

➤ Seguridad

La seguridad en nuestro sistema eléctrico es un tema muy importante, ya que, además de proteger el equipo eléctrico, protege a los usuarios y todo lo alrededor de ellos. Existen muchos elementos que se pueden utilizar para proteger nuestro sistema y a las personas, entre ellas, la conexión a tierra. Además de existir materiales que pueden aislar partes críticas, por ejemplo, en un panel eléctrico que es el alma de una instalación, se aíslan las partes energizadas y así nosotros podemos manipular su carcasa aun estando energizado.

➤ Eficiencia

El diseño de una instalación eléctrica, debe de realizarse cuidadosamente para evitar consumos innecesarios de energía, ya sea por perdidas en los elementos que constituyen la instalación o por la imposibilidad de desconectar equipos o alumbrado mientras no se están utilizando.

➤ Economía

En los proyectos que son de índole eléctricos, se tienen que considerar siempre las implicaciones económicas, tener una buena propuesta de materiales y accesorios certificados en tus diseños que sean certificados y que no afecte de manera significativa a la estimación de gastos en nuestros proyectos.

➤ Flexibilidad

Se le conoce como flexibilidad a aquella instalación eléctrica que pueda adaptarse a pequeños cambios y/o ampliaciones a mediano o corto plazo en nuestro sistema eléctrico. Una instalación aparente en tubería metálica o PVC y charolas o ductos, es más flexible que una empotrada en pisos o paredes.

➤ **Accesibilidad**

Una instalación bien diseñada debe de tener las previsiones necesarias para permitir el acceso a todas aquellas partes que puedan requerir mantenimiento o bien, para ampliar el sistema en un futuro, al igual que tener acceso a espacios necesarios para montar y desmontar equipos grandes y los tableros eléctricos.

También por accesibilidad se entiende que debemos de tener todas las especificaciones de nuestra instalaciones y elementos bien planteados en nuestros planos de diseño y diagramas de una manera entendible para el usuario.

5.3. Clasificaciones de las instalaciones eléctricas.

Las instalaciones eléctricas se clasifican en diferentes formas, a continuación, se detallan las relativas al nivel de voltaje y al ambiente por su lugar de instalación, aunque podemos señalar otras por:

- Duración (temporales y definitivas)
- Modo de operación (normal y de emergencia)
- Modo de construcción (abierta, aparente, ahogada)

➤ **Nivel de voltaje**

De acuerdo al nivel de voltaje, se pueden tener los siguientes tipos de instalaciones:

- a) Instalaciones no peligrosas: cuando su voltaje es igual o menor a 12 voltios
- b) Instalaciones de baja tensión: cuando el voltaje con respecto a tierra no excede a 750 voltios
- c) Instalaciones de media tensión: se consideran en un rango superior a 1000 voltios e inferior a 57,5kv, estas son conocidas como redes de distribución primaria
- d) Instalaciones de alta tensión: cuando los voltajes son superiores a los mencionados anteriormente

➤ **Lugar de instalación**

Las instalaciones eléctricas también pueden clasificarse en normales y especiales, esto, según donde se ubiquen.

- **Las instalaciones normales** pueden ser interiores o exteriores. Las que están a la intemperie deben de tener los accesorios necesarios tales como; cubiertas, empaques, sellos, esto para evitar filtraciones de agua y/o polvo.
- **Las instalaciones especiales** se consideran aquellas que se encuentran en áreas con ambiente peligroso, excesivamente húmedo o con grandes cantidades de polvo no combustible.

En ambientes muy húmedos debe de asegurarse una buena protección contra la corrosión, y los aislantes deben de ser del tipo adecuado para esas condiciones. En los casos donde existentes polvos no combustibles deben de utilizarse medios para evitar la acumulación de dicho polvo, dado que puede impedir la operación normal de la instalación, tanto equipos como motores y/o transformadores.

5.4. **Elementos que constituyen una instalación eléctrica.**

Para realizar un diseño eléctrico, debemos conocer los elementos generales que encontramos comúnmente en una instalación eléctrica, familiarizarnos con la terminología, sus conceptos principales, sus accesorios y materiales.

➤ **Acometida**

Por acometida se entiende el punto donde se hace la conexión entre la red propiedad de la compañía suministradora y el alimentador que abastece al usuario. Las acometidas pueden ser aéreas o soterradas dependiendo del caso.

➤ **Equipos de medición**

por equipo de medición se entiende aquel que es propiedad de la compañía que suministra la energía, esta se coloca entre la acometida y el panel eléctrico del usuario con el propósito de cuantificar el consumo de energía eléctrica de acuerdo a las condiciones del contrato por usuario. Este equipo debe de estar sellado y protegido contra agentes externos, debe de ser colocado en un lugar accesible

para su lectura y revisión. este puede conectarse a través de un juego de cuchillas que permiten que la compañía suministradora verifique su funcionamiento y en caso de ser necesario haga su calibración correspondiente sin interrumpir el servicio del usuario.

➤ **Interruptores**

Los interruptores son dispositivos que están diseñados para abrir o cerrar un circuito eléctrico por el cual está pasando una corriente. Este puede usarse como medio de conexión y desconexión y si está provisto de los dispositivos necesarios también puede cubrir la función de protección contra sobrecargas y/o cortocircuitos.

➤ **Interruptor general**

Se le denomina interruptor general o principal, al que va colocado entre la acometida (después del equipo de medición) y el resto de la instalación. Este se utiliza como medio de desconexión y protección del sistema o red suministradora.

Este interruptor debe de ser de fácil acceso y operación de tal forma que en caso de emergencia se pueda desenergizar rápidamente la instalación, este debe de proteger toda la instalación y los equipos por lo que también debe de ser capaz de interrumpir las corrientes de cortocircuito que pudieran ocurrir en la instalación eléctrica del usuario.

Dependiendo del tipo de instalación, el instalador principal puede ser alguno de los siguientes dispositivos:

- Caja con cuchillas y fusibles
- Interruptor termomagnético
- Cortacircuitos
- Interruptor de potencia

➤ **Interruptor derivado**

Los interruptores eléctricos llamados derivados son aquellos que están colocados para proteger y desconectar alimentadores de circuitos que distribuyen la energía eléctrica a otras secciones de la instalación o que energizan otros tableros derivados.

Una instalación residencial normalmente tiene el medidor conectado a un interruptor general de cuchillas (desconexión) y fusibles (protección). Del interruptor se alimenta a un tablero donde se derivan los circuitos a través de interruptores termomagnéticos o como comúnmente conocemos como breakers.

➤ **Interruptor termomagnético**

Este es uno de los interruptores más utilizados en las instalaciones eléctricas, sirve para desconectar y proteger contra sobrecargas y cortocircuitos los circuitos derivados a él. Estos se pueden encontrar en diferentes tamaños y capacidades de desconexión, pueden suplir como interruptor derivado o bien principal. Su diseño le permite soportar un gran número de operaciones de conexión y desconexión, gracias a esto lo hace muy útil en el control manual en una instalación. Este posee un elemento electrodinámico con el que puede responder rápidamente ante la presencia de un cortocircuito mientras que para su protección contra sobrecarga posee un elemento bimetálico que detecta el fenómeno.

➤ **Arrancador**

Se le conoce como arrancador a arreglo compuesto por un interruptor, ya sea termomagnético o de cuchillas con fusibles, un contactor electromagnético y un relevador bimetálico. El contactor consiste básicamente de una bobina con un núcleo de hierro que cierra o abre un juego de contactos al energizar o desenergizar la bobina.

Estas son las ventajas de este tipo de arreglo:

- a) Se dispone del interruptor (de cuchillas o termomagnético) para la desconexión y conexión total del arrancador.
- b) Debido a que el funcionamiento de la bobina requiere una corriente relevante baje, el arranque y paro del motor puede hacerse a control remoto.
- c) La protección contra cortocircuito puede lograrse con el interruptor termomagnético o con los fusibles del interruptor de cuchillas.
- d) Para la protección contra sobrecarga se utilizan relevadores con elementos bimetálicos que actúan sobre el circuito de la bobina y abren el contactor.

Estos bimetales tienen constantes térmicas grandes que permiten sobrecargas instantáneas (arranque de motores), y se fabrican en capacidades o calibraciones específicas para motores de gran tamaño.

- e) Un arrancador puede tener: botones para reestablecer los disparos por sobrecarga; botones para arranque, paro y prueba; luces indicadoras de varios tipos, tabllas de terminales para conectar el motor y las unidades de control remoto y otros elementos de control.
- f) El arreglo del arrancador se puede lograr en unidades compactas que facilitan el trabajo del proyectista, del instalador, del operador y del encargado de mantenimiento (sobre todo si los arrancadores son del tipo enchufable).

➤ **Transformador**

El transformador eléctrico es un equipo que se utiliza para cambiar el voltaje de suministro al voltaje requerido. En instalaciones grandes o complejas como industrias o negocios puede haber equipos que requieran un nivel diferente de voltajes, lo que se logra instalando varios transformadores (normalmente agrupados en subestaciones). Por otra parte, pueden existir instalaciones cuyo voltaje sea el mismo que tiene la acometida y por lo tanto no requieran de transformador.

➤ **Tableros**

Se entiende por tablero un gabinete metálico donde se colocan instrumentos, interruptores, arrancadores y/o dispositivos de control. El tablero es un elemento auxiliar (en algunos casos obligatorio) para lograr una instalación segura, confiable y ordenada.

➤ **Tablero general**

El tablero general es aquel que se coloca inmediatamente después del transformador y que contiene el interruptor general. El transformador se conecta a la entrada del interruptor y a la salida de este se conectan barras que distribuyen la energía eléctrica a diferentes circuitos a través de interruptores derivados.

- **Tableros de distribución o derivados**

Cada área de una instalación esta normalmente alimentada por uno o varios tableros derivados. Estos tableros pueden tener un interruptor general, dependiendo de la distancia al tablero de donde se alimenta y del número de circuitos que alimente. Estos contienen una barra para conectar el neutro y hasta 3 barras para conectar las fases (a veces directamente o pasando por un interruptor principal).

Normalmente a las barras se les conectan los interruptores termomagnéticos de 1 hasta 3 polos, esto dependiendo del número de fases que se necesiten alimentar en un equipo. En los circuitos derivados podemos encontrar sistemas de iluminación y tomacorrientes, hasta equipos especiales, de arranque y protección.

- **Salidas para iluminación y fuerza**

Las unidades de iluminación son consumidores que transforman la energía eléctrica en energía luminosa y generalmente algunas producen calor, estas se controlan por medio de interruptores para su apago y encendido, así como sistemas de control, dimmers y otros.

Las unidades de fuerza o tomacorrientes sirven para alimentar equipos eléctricos ya sean televisores, lavadoras, equipos de sonido, refrigeradoras etc. Estos se ubican ramificados en diferentes puntos de la instalación y llevan la energía eléctrica a través de sus conductores terminando en la caja de tomacorriente.

En ambos casos, el diseñador debe de prever que la instalación eléctrica tenga la especificación necesaria para que la caída de tensión este por debajo de la permitida, que el alimentador quede protegido contra fallas y sobrecargas y que el usuario este protegido contra descargas.

- **Plantas de emergencia o generadores**

Existen grandes cantidades de instalaciones eléctricas que cuentan con un generador de emergencia y respaldo, esto para asegurar los equipos que por su naturaleza de trabajo deben de estar siempre activos y con el generador estarán protegidos de cualquier falla que ocurra en el suministro eléctrico comercial.

Los generadores constan de un motor de combustión interna acoplado a un generador de corriente alterna. Estos deben ser instalados con una transferencia

automática o manual en la acometida antes del tablero eléctrico, esto para que cuando falte el suministro eléctrico comercial la transferencia hace el cambio a el suministro por medio del generador. Este elemento de conexión y desconexión posee sensores que detectan la ausencia del suministro eléctrico comercial y estos envían una señal para desconectarlo y poner en marcha el generador.

Se debe tener cuidado en el orden de instalación de las transferencias, ya que un error en el orden puede causar que al entrar en función el generador, el medidor de la distribuidora perciba esta carga y la marque como energía consumida de la red comercial y no autogenerada.

- **Sistema de tierra**

Se llama sistema de tierra a la red de conductores eléctricos unidos a una o más tomas de tierra y provisto de una o varias terminales a las que pueden conectarse puntos de la instalación. El sistema de tierra se diseña en una función de: el nivel del voltaje, la corriente de cortocircuito, la superficie de la instalación, la resistencia a tierra, la humedad y la temperatura del suelo.

En instalaciones más complejas pueden existir varios sistemas de tierra independientes, tales como sistemas de pararrayos, que puede conectarse o no a la tierra existente, también equipos respaldados como computadoras y sistemas de seguridad que poseen una conexión extra a tierra conocida como tierra aislada que garantiza su protección a cualquier subida de voltaje generada por máquinas y su respaldo con UPS's.

En la práctica, ningún sistema de tierra es perfecto, ya que se necesitaría que todos sus conductores que lo conforman y el suelo mismo tengan resistencia cero.

- **Neutro del sistema**

El neutro es un potencial de referencia para los sistemas eléctricos, que puede diferir del potencial de tierra y que puede no existir físicamente (tal es el caso de instalaciones trifásicas puras), la sección transversal del conductor de fase tiene que ser del mismo calibre del neutro ya que por ellos pasa la misma corriente, en algunos casos como en sistemas trifásicos puros se puede reducir el calibre del neutro con respecto a las fases.

- **Conexiones o empalmes**

Se le conocen como empalmes o conexiones, a los conductores de varios hilos o cables de cobre o aluminio que van conectados entre sí después de haber sido cortados, estos empalmes deben de estar a la vista de los instaladores, se colocan normalmente en cajas 4x4" y no se permiten en tuberías, y a menos que por su ramificación lo requiera se permite en ductos.

5.5. Herramientas para realizar un diseño eléctrico.

Para ingeniería y arquitectura, existen diversas herramientas y programas de computadora que nos brindan una mayor experiencia a la hora de diseñar y calcular nuestros proyectos. El AutoCAD, por ejemplo, es un programa de dibujo de 2 y 3 dimensiones, con él se pueden crear dibujos o planos genéricos, documentar proyectos de ingeniería, arquitectura, mapas o sistemas de información geográfica por mencionar algunas aplicaciones. Este es el programa más usado en la industria y academia para la producción de dibujos o planos por computadora.

Otro de los programas versátiles para uso de la ingeniería es el DIALux, es un software que permite crear proyectos de iluminación profesionales. Este software está siendo utilizado por miles de diseñadores por todo el mundo, y facilita la tarea de diseñar sistemas de iluminación tanto para interiores como exteriores. Con DIALux se puede crear de manera sencilla e intuitiva proyectos de iluminación. Este software posibilita un análisis cuantitativo sencillo de un proyecto, y además cuenta con una funcionalidad sencilla de renderización 3D, lo cual es muy útil para cálculos de interiores, exteriores y viales.

Otros programas básicos ya conocidos son el Microsoft Word y Excel, estos son infaltables para redactar nuestras portadas y memorias de cálculo de nuestros proyectos, así como el uso de tablas con fórmulas que nos brinda Excel para nuestros cálculos eléctricos de caídas de tensión y balance de cargas.

Para realizar nuestros diseños eléctricos debemos ir de la mano con la arquitectura, saber qué tipo de proyecto vamos a desarrollar, cuales son los alcances, que tipo de diseño tenemos, si es una industria, un módulo comercial, una oficina, una escuela o una residencia, lo primero siempre será identificar por medio de planos arquitectónicos toda la información del proyecto necesaria para nosotros.

¿Qué planos arquitectónicos necesitamos para desarrollar nuestros diseños?

Planos arquitectónicos: esta está dividida en varias áreas, tales como, elevaciones, secciones, plantas de cielo, plantas de acabados, planta amoblada; todas estas plantas nos brindan la información selecta para determinar de qué se trata, el tamaño de las áreas, las alturas y todo lo relacionado con el proyecto. Guiándonos con estos planos nosotros planteamos nuestro sistema eléctrico, colocamos tomacorrientes donde es necesario, trabajamos las áreas para colocar la iluminación y exploramos la mejor manera de dejar una instalación eléctrica segura, eficiente, flexible y económica.

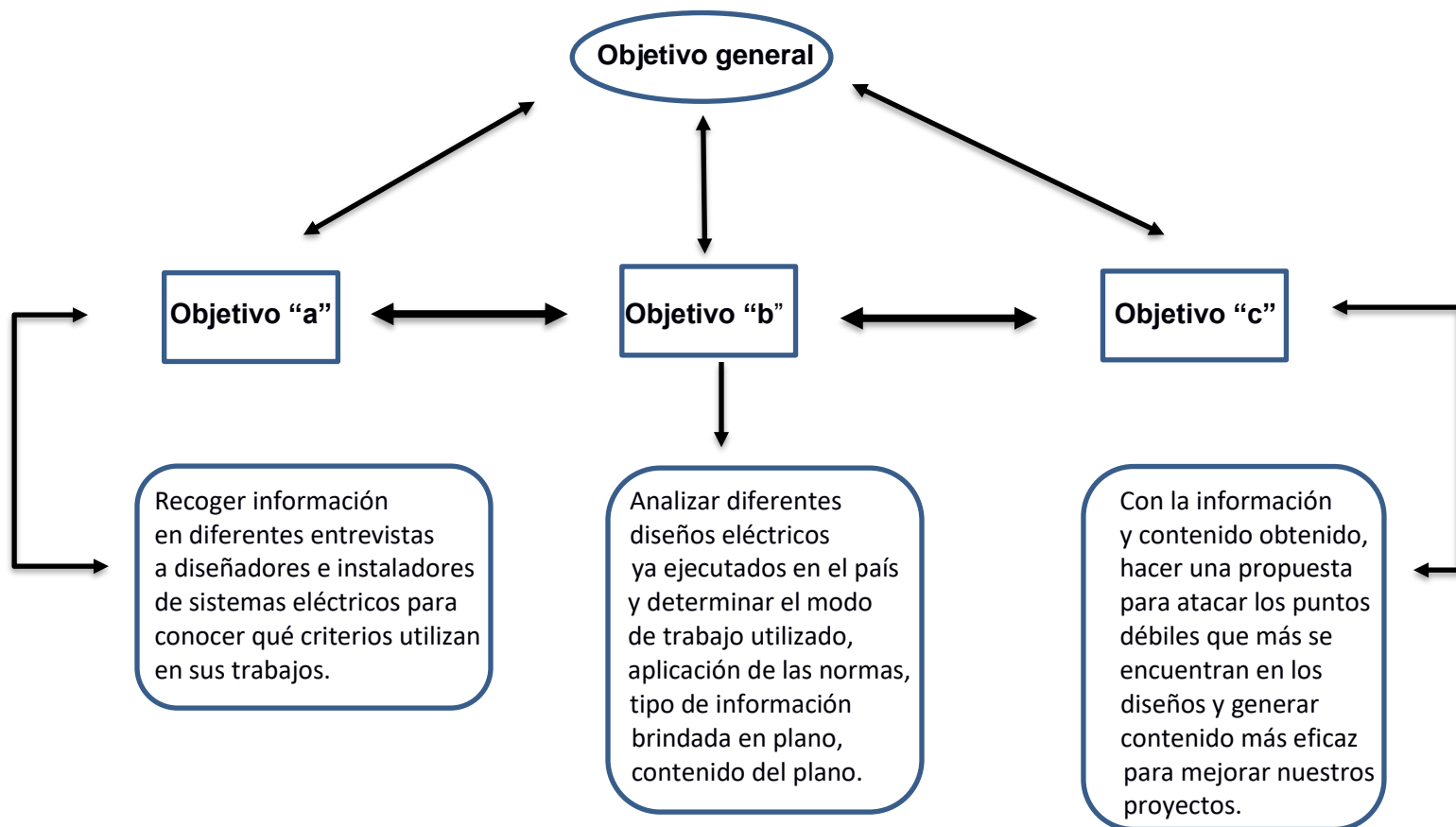
Planos estructurales: si nuestro proyecto es de índole industrial o similar, debemos trabajar con los planos estructurales, ya que, con esto determinamos si la estructura del proyecto será metálica o llevará partes que necesiten aterrizar, y así poder hacer una red de tierra eficiente que cubra las necesidades del lugar.

Planos de voz y datos: existen varias especialidades que van de la mano con la electricidad, entre ellas, voz y datos, estos equipos de cámaras y redes necesitan un sistema eléctrico ininterrumpido y eficiente para realizar sus funciones, nosotros debemos saber los puntos de instalación que esta especialidad requiere para así trabajar nuestros diseños y brindarles lo que necesitan eléctricamente mediante sus planos.

Planos de refrigeración/aires: al igual que voz y datos, los planos de refrigeración o aires son necesarios a la hora de nuestro diseño eléctrico ya que en ellos nos especifican información de los equipos que se instalarán y que tenemos que considerar en nuestros cálculos y censos de carga ya que forman parte de nuestra especialidad.

El diseñador eléctrico debe de tener toda la información necesaria de todas las especialidades que se reúnen en un proyecto, para estudiarla y así prever cualquier conflicto que pueda haber entre sistemas a la hora de la instalación.

6. Diseño metodológico



Objetivo general: Realizar una propuesta de guía para el uso de las normas de diseño e instalación eléctrica de baja tensión y contrastarla con la realidad de su implementación aquí en Nicaragua.

Objetivo "a": Determinar los criterios usados por los diseñadores e instaladores eléctricos acá en Nicaragua.

Objetivo "b": Analizar las aplicaciones de las normas que se utilizan actualmente para el diseño e instalación de sistemas eléctricos.

Objetivo "c": Elaborar una propuesta para mejorar el contenido y la presentación de diseños y proyectos futuros para aumentar la calidad de estos.

CAPITULO 2

Propuesta de guía de uso de las normas de diseño e instalación de baja tensión en Nicaragua y propuesta de mejora de contenido

Capítulo 2

Para realizar nuestra guía de uso, debemos enfocarnos en todos los elementos que tenemos que presentar a la hora de realizar un diseño, enfocarnos en las normas que nos rigen y basarnos en ellos para empezar esta guía, desde el momento de diseño, como iniciarlo hasta la hora de instalación, lo bueno y lo malo, como desempeñar un mejor trabajo en nuestros diseños para que hablen por si mismos a la hora de la construcción.

7. Normas para realizar un Diseño Eléctrico de Baja Tensión

En términos generales, para realizar un Diseño Eléctrico de baja tensión, debemos seguir ciertos requisitos fundamentales, estos, son exigidos por la DGB, aun así, el procedimiento de realización es de libre criterio del diseñador para llegar al mismo objetivo: un diseño de sistema eléctrico flexible, económico y eficiente.

Cada ingeniero y diseñador posee sus propios criterios a la hora del diseño, en varios casos a los ingenieros consultados en esta guía han desarrollado sus criterios con la experiencia y los conflictos que han encontrado en el campo en sus diseños realizados, así han logrado plasmar en sus proyectos esas experiencias y mejorado las presentaciones de sus diseños.

En el tema de la simbología usada en los diseños, existen ciertos símbolos que están estandarizados que se interpretan y reconocen en cualquier diseño eléctrico, sin embargo, existen otras que en muchas ocasiones son creadas por el diseñador para plasmar su propia firma característica en su plano, tales como; el diagrama de panel, tipo de letra, cuadro de identificación de circuitos, colores de líneas, estilos de cajetín, trazos, etc. Todo esto es tan variante como las mismas construcciones.

Existe tanta diversidad de diseños y diseñadores que algunas veces estos están lejos de la lógica en cuanto a la instalación en campo con respecto al diseño en sí, esto debido a que quizá el diseñador no está inmerso constantemente en el trabajo en campo, esto dificulta un poco para conocer de materiales, mano de obra y tiempos, ya que con esto se desarrolla una versatilidad y amplía conocimiento que perfectamente puede plasmar en su diseño y hacerlo más presentable.

Una de las deficiencias que se encuentran comúnmente en un diseño es la falta de aplicación o desconocimiento del NEC o el CIEN, así como errores de dibujo, vacíos o incoherencias de los planos con respecto a los arquitectónicos que son usados de referencia para el diseño eléctrico.

Parte de las anomalías que comúnmente se presentan tenemos:

- Calibre de conductores inapropiados conforme a la carga
- Cargas dimensionadas con protecciones inadecuadas
- Falta de ubicación de un polo a tierra con suelo tratado
- Desbalance de cargas en el cuadro de paneles
- Capacidad del transformador y/o generador muy por debajo de las cargas
- Nula presentación de memoria de cálculo o presentación con cálculos erróneos
- Diseñadores sin licencias e inexpertos

En estos casos según la oficina encargada de la DGB ellos rechazan los planos para corregirlos y que en primera instancia sean elaborados por diseñadores autorizados o reconocidos que según la DGB son pocos los certificados.

Los diseños se deben de ajustar a: las cargas que serán conectadas al circuito, a los materiales existentes en el mercado, a ubicaciones y a tipos de construcciones civiles. El diseñador en algún punto toma decisiones a su discreción, en temas de como escogencia de materiales dependiendo de la naturaleza de la instalación y/o función, todos estos materiales deben de ser certificados como requisito obligatorio y de garantía de la instalación.

8. Pasos para realizar el Diseño de un Sistema Eléctrico

Todo proyecto de diseño de instalación eléctrica consta de 2 partes, la parte de iluminación y la parte de fuerza. A continuación, explicaremos paso a paso como formular un diseño eléctrico usando las normas en cada actividad que vayamos presentando, para esto, usaremos un diseño desarrollado y construido aquí en Nicaragua y lo compararemos con otros con errores típicos en las mismas actividades.

8.1. Paso 1: Planificación del diseño

Para dar inicio a nuestro diseño debemos saber muy bien la actividad que se realizara en el lugar, realizar una visita al sitio para hacer mediciones pertinentes del área o localizar puntos de referencias para líneas eléctricas primarias (en caso de media tensión) y verificar con la planta arquitectónica, esto nos ayudara a definir exactamente nuestras actividades y alcances de nuestro diseño.

Una vez verificando cada dato del proyecto y conociendo la actividad, debemos de formular nuestros alcances de diseño que por la naturaleza de la actividad debemos

tomar muy en cuenta, por ejemplo, en una bodega con cuartos fríos sabemos que tenemos que tomar en cuenta cargas especiales por los condensadores o compresores que trabajaran para mantener un cuarto a cierta temperatura, así mismo debemos saber los tipos de voltajes en que se manejaran estas máquinas y tomarlas en cuenta en nuestros alcances.

Para nuestro diseño guía que tomaremos, conocemos que es un supermercado con un área de construcción de 753.20 mts² en donde se desarrollaran diferentes actividades en diferentes ambientes y se usaran aparatos eléctricos especiales que vamos a tomar en cuenta para nuestros cálculos.

Tenemos en nuestro diseño guía una planta principal que será el lugar de compras más áreas administrativas y cuartos de almacenaje, mientras que a los alrededores tendremos áreas comunes como parqueo y pequeñas casetas de encierros donde ira el generador eléctrico, tanques de almacenamiento de gas y en este caso inclusive un “protoaire”

A continuación, separaremos por áreas independientes nuestro proyecto y sacaremos su área en mts² para de esta manera tener una visual de cada área y su actividad:

Nombre	Actividad	Mts ²
Despacho de carne	Preparar carne, cortar, despachar	16.51
Cuarto frio de lácteos	Almacenaje	7.31
Cuarto frio de verduras	Almacenaje	2.57
Despacho principal	Almacenaje, despacho, varios	399.26
Bodega	Almacenaje, varios	47.36
Cuarto de tableros		5.58
Tesorería	Administrativa	6.06
Retiro de valores	Administrativa	1.62
Oficina	Administrativa	5.44
Pasillo	Pasillo	3.99
Baño	Baño	4.85
Cuarto ISD	Administrativa	4.26
Área de estar	Varios	15.51

Una vez tenemos identificada cada área de nuestro proyecto y su actividad a realizarse en ella, procederemos al siguiente paso.

8.2. Paso 2: Selección de luminarias por ambiente

Para este paso, es importante saber (como anteriormente miramos) la actividad que se realizarán en las áreas, de esta manera podremos proponer luminarias adecuadas al tipo de ambiente y actividad que suplan la necesidad del área, así como también determinar por medio de tablas de niveles de iluminación (**Tabla #1** anexos) cuantos luxes son requeridos según el tipo de área a proyectar. Presentaremos 4 de las áreas mencionadas anteriormente, y veremos que dependiendo del lugar específico la norma nos recomienda proponer tipos de luminarias específicas.

- 1. Despacho de carne:** tenemos que en esta área se desarrollarán las actividades de corte y preparación de carnes además del despacho de las mismas, también debemos tomar en cuenta que será un área que se mantendrá humedad por su naturaleza de trabajo, ya que, se limpia con frecuencia y se desinfecta, por lo tanto, consideraremos ese tipo de ambiente húmedo por lo cual según el **art 410-4 luminarias y equipos en lugares específicos, en su inciso (a) lugares húmedos y mojados del CIEN**, se sugiere considerar luminarias a prueba de humedad y polvo. Esta área la podemos tratar como una cocina, por su actividad a realizar, por lo tanto, viendo nuestra **Tabla #1** nos muestra sus niveles adecuados, en nuestro caso podemos trabajar con 400 Luxes que serían una media entre bueno y muy bueno en iluminación.
- 2. Cuarto frío de lácteos:** En este lugar se almacenarán lácteos a una temperatura baja constante, se considera al igual que despacho de carne y siguiendo el **art 410-4 luminarias y equipos en lugares específicos, en su inciso (a) lugares húmedos y mojados del CIEN**, consideramos luminarias a prueba de humedad y polvo. Esta área se considera como un frigorífico o cámara de refrigeración, según nuestra **Tabla #1** muy bueno está considerado en 200 Luxes, por lo que trabajaremos con este nivel.
- 3. Despacho principal:** en despacho principal, estarán todos los mostradores y góndolas donde estará el producto que oferta el supermercado, en este caso vamos a considerar un tipo de luminaria tipo riel, para aprovechar bien las zonas rectas de los mostradores y dar buena iluminación, según el **art 410-100 y art 410-101 (rieles para iluminación)** debemos considerar estas metodologías para la instalación y consideración de los rieles sus ubicaciones de donde no se pueden instalar su tipo de soporte etc. Esta área se considera como un estante de mercancías, según nuestra **Tabla #1** escogeremos una media entre bueno y muy bueno que serían 300 Luxes.

4. **Bodega:** en esta área consideraremos luminarias a prueba de golpes, ya que se trata de un lugar donde entrarán y saldrán personas con cajas y producto y debemos prever cualquier daño físico a las luminarias si las dejamos expuestas. Consideramos 200 Luxes para esta área.

Consultar las normas eléctricas en su **artículo 410 lámparas, portalámparas y lámparas** tanto en el **CIEN** como en el **NEC**, nos dará la información respectiva que debemos seguir a la hora de seleccionar luminarias dependiendo de los ambientes en los que trabajaremos, así como métodos de instalación, soportes y distancias. De esta manera podemos incluir esta información en nuestros diseños.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Para esta selección del paso 2, los diseñadores consultados en muchos casos no consideran las luminarias adecuadas por áreas, ya sean luminarias a prueba de vapor o humedad para baños o luminarias a prueba de golpes, inclusive, en diseños que recopilamos para esta tesis los diseñadores no consideraban en sus simbologías los datos de las luminarias, tales como datos del fabricante, lúmenes por lámpara, calidad y color de iluminación, alturas de montaje, métodos de instalación (sobrepuestas, empotradas, suspendidas) y solo se enfocaban en la potencia por lámparas.

En estos casos lo mejor es que cada diseñador brinde datos correctos de cada luminaria a instalarse, ya que esto mejora la calidad de información para el instalador y este puede tomar en cuenta muchas cosas que quizá a la hora de hacer presupuestos o la misma instalación esto queda un poco lejos de la realidad a lo que se plasma en plano.

A continuación, presentamos algunas simbologías que encontramos en diseños eléctricos ejecutados en Nicaragua y proponemos la manera de cómo mejorar este contenido en nuestras simbologías para nuestros diseños.








SIMB. DE INST. ELECTRICAS	
SIMBOLO	USO O SISTEMA
	CONDUCTOR DE ALIMENTACIÓN
	CONDUCTOR DEL APAGADOR
	LUMINARIA EMPOTRADA 40W CON DOS LAMPARAS 20W C/U.
	LUMINARIA EMPOTRADA 18W MAX
	LUMINARIA DE PARED 15W PARA EXTERIORES.
	APAGADOR SENCILLO, 15A, 120V, 1 POLO.
	APAGADOR DOBLE, 15A, 120V, 2 POLO.

Figura #1 extraído de: ver pie de pagina






SIMBOLOGIA	
	LUMINARIA CUADRADA: PANEL LED 2'X4' PARA EMPOTRAR, 65 WATTS, 6500 LÚMENES, 120V, 4000°K
	LUMINARIA REDONDA: LUMINARIA TIPO DOWNLIGHT LED PARA EMPOTRAR, 120V, 24WATTS, 2000 LÚMENES
	LUMINARIA REDONDA MÁS PEQUEÑA: LUMINARIA TIPO DOWNLIGHT LED PARA EMPOTRAR, 120V, 8WATTS, 600 LÚMENES, 4000°K
	LUMINARIAS RECTAS LUMINARIA LINEAR LED PARA EMPOTRAR, 120V, 35WATTS, 3600 LÚMENES, 4000°K
	TIRAS LED. A SELECCIONAR POR EL DUEÑO.

Figura #2 extraído de: ver pie de pagina

- Figura #1: Diseño de 2 modelos residenciales, las colinas Managua, Nicaragua, ejecutado en febrero 2017
- Figura #2: Rediseño de banco, Estelí, Nicaragua, ejecutado en junio 2018










	APAGADOR SENCILLO 15A
	APAGADOR DOBLE 15A
	APAGADOR CONMUTADO 15A
	LUMINARIA PARA SOBREPONER EN TECHO, 10W/120V TIPO LED A ESCOGER POR EL DUEÑO
	LUMINARIA EMPOTRABLE EN TECHO 10W/120V TIPO LED A ESCOGER POR EL DUEÑO
	LUMINARIA EMPOTRABLE EN TECHO TIPO OJO DE BUEY LED 10W/120V A ESCOGER POR EL DUEÑO
	LUMINARIA EXTERIOR DE PARED TIPO LED 10W/120V A ESCOGER POR EL DUEÑO
	EXTRACTOR DE AIRE 80W/120V A ESCOGER POR EL DUEÑO
	LUMINARIA A PRUEBA DE VAPOR 7W A ESCOGER POR EL DUEÑO

Figura #3 extraído de: ver pie de página









	INDICA ABANICO EN EL CIELO, MARCA: MONTE CARLO 185 WATTS MODELO: 5D152 CON LUMINARIA INTEGRADA HALOGENO DE 75 WATTS Y MOTOR INTEGRADO (DEJAR REFUERZO EN CIELO REFLEJADO DE MADERA ROJA).
	LUMINARIAS MODELO ACERRA YD-360 50 WATTS 120 VOLTIOS, DE ACENTOS EMPOTRADOS, EMPOTRADO DIRIGIBLE TIPO OJO DE BUEY EN CIELO EMPOTRADO
	LUMINARIA INTERIOR ACENTO DIRIGIBLE MODELO YD-330 TIPO DE LAMPARA MR16 DE 50 WATTS 120 VOLTIOS 50/60 HZ, BASE DE PORTALAMPARA GX5.3 PARA EMPOTRAR EN CIELO
	LUMINARIA INTERIOR EMPOTRADO LED, MODELO YDLED-165/10W/30B POTENCIA DE LAMPARA 10 WATTS 120 VOLTIOS 50/60 HZ, BASE DE PORTALAMPARA GX5.3 PARA EMPOTRAR EN CIELO
	LUMINARIA EXTERIOR ACENTO EMPOTRADO FLUORESCENTE EN PISO MODELO H-635/AQI CON LAMPARA DRIVER 9 WATTS 120 VOLTIOS
	LUMINARIA FLUORESCENTE 52 WATTS 120 VOLTIOS, DE USO EXTERIOR DECORATIVA APLICABLE EN MUROS EXTERIORES, MODELO ES-5201 BURGOS TEMPERATURA DE COLOR BLANCO FRIO 4100K BASE 2xG24q3, TIPO DE LAMPARA DDE-52W
	LUMINARIA DECORATIVA DE SUSPENSION 20 WATTS, 120V, MODELO CTL-8084/AM LISABON LAMINA DE ACERO SATINADO PANTALLA CRISTAL OPALINO
	LUMINARIA DECORATIVA DE SUSPENSION 150 WATTS, 120V, MODELO TIPO ARANA DE ESCOGENCIA POR EL DUEÑO

Figura #4 extraído de: ver pie de página

- Figura #3: Diseño de condominio, las colinas Managua, Nicaragua, ejecutado en mayo 2017
- Figura #4: Diseño de residencia privada, Managua, Nicaragua, ejecutado en junio 2018

1

Simbología de luminaria: cada diseñador puede proponer la simbología de luminarias en plano a su criterio, siempre y cuando cumpla con la representación de la luminaria que se instalara.

2

Descripción de simbología: la descripción de la simbología en el caso de las luminarias debe de tener toda la información de cada lámpara que se instalara, tales como:













- Marca o modelo de la luminaria en catalogo
- Altura de montaje
- Tipo de montaje (empotrada, sobrepuesta, suspendida)
- Lúmenes por tubo/bombillo
- Color/temperatura del tubo/bombillo
- Aplicación de la luminaria (para exterior, a prueba de agua, polvo, golpes)
- Accesorios de luminarias

Como podemos ver, en algunas simbologías mostradas si ocupan ciertos datos importantes de las luminarias como el color y temperatura de la lámpara, los lúmenes, algunos si presentan el tipo de instalación de la luminaria, otros no, y tampoco se sabe la altura de montaje ni la marca ni fabricante de la lámpara, tampoco podemos determinar si esas luminarias serán especiales para un uso específico como luminarias para exterior, a prueba de humedad o de golpes, que es de mucha utilidad a la hora de presentar costos de instalación y presupuestos.

Los tipos de simbología que presentan algunos diseñadores son muy básicos en el aspecto visual, sin embargo, eso no le quita la calidad al diseño si se brinda una buena especificación técnica en las notas de cada simbología.

De esta manera, proporcionando esta información detallada en nuestros planos, mejoramos el contenido y la presentación de estos, ayuda al presupuestista a tener una mejor visión de lo que se instalará y tener precios más acertados para la ejecución de los diseños, de igual manera ayuda al instalador a saber por el tipo de luminaria y su aplicación como el deberá de instalarla.

A continuación, presentamos nuestra propuesta de cómo podemos mejorar la calidad del contenido de nuestros diseños, estos apegándonos a todos los datos necesarios que podemos incluir en nuestras simbologías.

NOMENCLATURA	
SIMBOLOGIA	DESCRIPCION
	CIRCUITO DE LUMINARIAS
	APAGADOR SENCILLO PARA LUMINARIA MARCA LEVINGTON O SIMILAR 15A 120V H:1.20MTS
	APAGADOR DOBLE PARA LUMINARIA MARCA LEVINGTON O SIMILAR 15A 120V H:1.20MTS
	APAGADOR TRIPLE PARA LUMINARIA MARCA LEVINTON O SIMILAR 15A 120V H:1.20MTS
	LINEA DEL APAGADOR
	LUMINARIA TECNOLITE MODELO: YDMLED 1508/30/B 3000K 700lm 9W TIPO DE BASE E27 INCLUYE BOMBILLO LEDM001 EMPOTRADA EN CIELO
	LUMINARIA TECNOLITE MODELO: 61014A CON TUBOS 2X18W T8C-LED120/002/65 FLUJO LUMINOSO: 1,800lm, SUSPENDIDA 2.60 MTS NPT
	LUMINARIA TECNOLITE MODELO: YDR-001 ELISIUM TIPO DE BASE GX5.3 CON BOMBILLO MR16 A EMPOTRAR EN RELIEVE
	LUMINARIA TECNOLITE TIPO SPOT A ARMAR: RIEL YS-100/N, SPOT YSN-367L/N, BOMBILLO GU10L-LED/001/30 DE 6W 3000K, SUSPENDIDO A 2.60MTS DE NPT
	LUMINARIA TECNOLITE MODELO: CTL-8225/N BIELA, TIPO COLGANTE A SUSPENDER A 2.60MTS NPT, BOMBILLO LED HASTA 20W
	LUMINARIA TECNOLITE MODELO: CTL-1300/N TIPO DE BASE E27 CON LAMPARA OPCIONAL HASTA DE 20W, SUSPENDIDA EN TECHO A 2.60 MTS DE NPT
	ESPERA DE ILUMINACION PARA ROTULO, 50W MAX
<div>NÚMERO DE CIRCUITO Y PANEL CORRESPONDIENTE</div> <div>CX-PX</div> <div>LUMINARIA EXTERIOR</div> <div>DESCRIPCIÓN DEL CIRCUITO</div>	





REFERENCIAS

LUMINARIA TECNOLITE MODELO: CTLLED-005/30/N SATELITE, 25W, 3000K 1,800lm, TIPO COLGANTE A SUSPENDER A 2.60MTS DE NPT

LUMINARIA TECNOLITE TIPO SPOT A ARMAR: RIEL YS-100/N, SPOT YSN-367L/N, BOMBILLO GU10L-LED/001/30 DE 6W 3000K, SUSPENDIDO A 2.60MTS DE NPT

LUMINARIA TECNOLITE MODELO: YDR-001 ELISIUM TIPO DE BASE GX5.3 CON BOMBILLO MR16 A EMPOTRAR EN RELIEVE

LUMINARIA TECNOLITE MODELO: CTL-1300/N TIPO DE BASE E27 CON LAMPARA OPCIONAL HASTA DE 20W, SUSPENDIDA EN TECHO A 2.60 MTS DE NPT

Figura #5 extraído de: ver pie de pagina

- Figura #5: Diseño modulo comercial de zapatos, Managua, Nicaragua ejecutado en julio 2018

Como observamos en nuestra propuesta de mejora en las simbologías, cumplimos con brindar la información exacta y detallada de cada luminaria, su altura y tipo de montaje, modelo y marca de las luminarias, tipos de tubos y bombillos, temperatura y color.

Con este tipo de mejora en la simbología, nuestros diseños hablaran por si solos, evitaremos que se instalen accesorios que no son, o que se instalen en lugares equívocos, así como de brindar un precio exacto a la hora de realizar los presupuestos y si no se encuentra la luminaria propuesta a la hora de comprarla, con los datos específicos de las luminarias en plano podemos buscar una similar que cumplan con lo plasmado.

8.3. Paso 3: Cálculos Lumínicos

En nuestro siguiente paso, veremos cómo calcular el número de lámparas efectivas que serán necesarias para la iluminación óptima de cada área, con la información que ya poseemos realizaremos los cálculos lumínicos tomando del libro **“Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseño. Autores N. Bratu, E. Campero, 2da Edición”** las ecuaciones dadas para el correcto cálculo de iluminación y los compararemos con un cálculo de iluminación realizado con el programa de iluminación Dialux

Cálculos realizados con tablas y ecuaciones

A continuación, realizaremos 3 ejemplos para calcular el número de luminarias requeridas por área, tomando en cuenta el flujo luminoso de cada lámpara propuesta, su altura de montaje, la altura de trabajo, y datos generales del área.

1. Despacho de carne

Área: 16.20 mts²

Ancho: 2.10 mts

Largo: 7.86 mts

Altura montaje: 2.40 mts

Flujo luminoso de la lámpara: 2500lm

Luxes recomendados en el área: 400lx

Altura de trabajo: 0.90 mts

- **Calculo de índice de local**

$$RCL = \frac{5H(largo + ancho)}{(largo \times ancho)} \text{ dónde:} \quad (1)$$

H=altura de la cavidad (altura máxima del local menos altura de trabajo y altura de montaje)

entonces:

$$RCL = \frac{5(6.6)(2.10+7.86)}{(2.10 \times 7.86)} = 19.92 = 2.0 \text{ (con este valor usamos la **Tabla #2** en anexos para saber el coeficiente de utilización)}$$

Coeficiente de utilización: la reflexión de la luz depende del tipo de material o superficie en el que incide, por lo tanto, se debe de conocer los acabados del local.

Conocemos los acabados de nuestro local, por lo tanto, obtenemos los siguientes valores, que usaremos de aquí en adelante:

Piso blanco: 0.85

Paredes gris claro: 0.50

Techo gris claro: 0.50

Nuestro coeficiente de utilización para nuestro local: 0.51

Coeficiente de mantenimiento: 0.8 (ambiente limpio)

- **Calculo de numero de luminarias**

$$N = \frac{E.S}{\phi.I.CU.fpt} \text{ donde} \quad (2)$$

N=número de luminarias

E=iluminación requerida (luxes)

S=superficie (área mts²)

Ø=flujo luminoso por lámpara

I=número de lámparas por luminaria

fpt=factor de pérdidas totales

$$N = \frac{(400)(16.50)}{(2500)(2)(0.60)(0.8)} = 2.75 \text{ (se redondea el resultado) } = 3 \text{ luminarias}$$

Para comprobar si estas son el número de luminarias adecuadas para el área, utilizamos la siguiente fórmula para cerciorarnos:

$$Ee = \frac{Ne.I.\phi.CU.fpt}{S} \text{ donde} \quad (3)$$

Ne=número de luminarias resultantes

E=iluminación requerida (luxes)

S=superficie (área mts²)

φ=flujo luminoso por lámpara

I=número de lámparas por luminaria

fpt=factor de pérdidas totales

$$Ee = \frac{3 \times 2 \times 2500 \times 0.60 \times 0.8}{16.50} = 436.36 \text{ lx, como podemos observar, según nuestro calculo el área estaría iluminada perfectamente con un poco más de los luxes requeridos.}$$

2. Cuarto frio lácteos

Área: 7.31 mts²

Ancho: 2.64 mts

Largo: 2.77 mts

Altura montaje: 2.40 mts²

Flujo luminoso de la lámpara: 1500lm

Luxes recomendados en el área: 200lx

Altura de trabajo: 0.90 mts

• Calculo índice del local

$$RCL = \frac{5(6.6)(2.64+2.77)}{(2.64 \times 2.77)} = 24.42 = 2.5$$

Piso blanco: 0.85

Paredes gris claro: 0.50

Techo gris claro: 0.50

Nuestro coeficiente de utilización para nuestro local: 0.54

Coeficiente de mantenimiento: 0.8 (ambiente limpio)

- **Calculo de numero de luminarias**

$$N = \frac{(200)(7.31)}{(1500)(2)(0.54)(0.8)} = 1.12 = 2 \text{ luminarias}$$

$$Ee = \frac{2 \times 2 \times 1500 \times 0.54 \times 0.8}{7.31} = 354.58 \text{ lx}$$

3. Bodega

Área: 4.49 mts²

Ancho: 10.55 mts

Largo: 47.36 mts

Altura montaje: 4 mts

Flujo luminoso de la lámpara: 2500lm

Luxes recomendados en el área: 200lx

Altura de trabajo: 0.90 mts

- **Calculo índice del local**

$$RCL = \frac{5(3.5)(4.49+10.55)}{(47.36)} = 5.5$$

Piso blanco: 0.85

Paredes gris claro: 0.50

Techo gris claro: 0.50

Nuestro coeficiente de utilización para nuestro local: 0.39

Coeficiente de mantenimiento: 0.8 (ambiente limpio)

- **Calculo de numero de luminarias**

$$N = \frac{(200)(47.36)}{(2500)(2)(0.39)(0.8)} = 6.07 = 7 \text{ luminarias}$$

$$Ee = \frac{7 \times 2 \times 2500 \times 0.39 \times 0.8}{47.36} = 230.57 \text{ lx}$$

Cálculos realizados con programa de iluminación Dialux

El programa de iluminación Dialux, nos ofrece una versatilidad para el diseño de iluminación, por defecto el programa no trae una galería de fotometrías de luminarias standard con lúmenes y ángulos, por lo que debemos de descargar aparte diferentes tipos de fotometrías de marcas de luminarias que existan en el mercado.

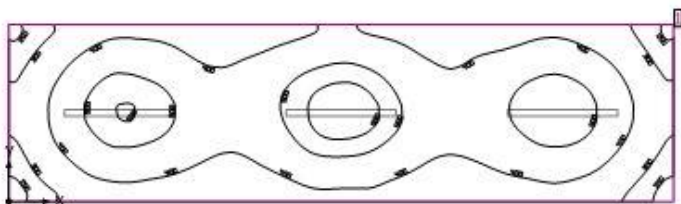
Para hacer una comparativa de los cálculos manuales con respecto a los datos que nos arroja este programa, procedimos a buscar una luminaria que fuera un poco similar en el flujo luminoso de las lámparas que nosotros seleccionamos, posteriormente, el programa nos pide los datos del lugar siendo:

- Ancho
- Largo
- Altura de montaje
- Altura de trabajo
- Luxes recomendados
- Factor de mantenimiento
- Materiales (porcentajes de techo, piso, paredes)

Una vez introducidos todos estos datos el programa realiza el cálculo de cuantas luminarias (con el flujo luminoso y ángulo de apertura de la fotometría que insertamos) son resultantes.

En este programa podemos ajustar las luminarias en dependencia de cómo queremos que queden, de esta manera el cálculo indica las zonas donde estará más iluminado que las otras y no el resultante total a como nos indican en los cálculos a mano. Para el **despacho de carne**, en nuestros cálculos a mano resultaron 3 luminarias con un flujo luminoso de 2500lm por tubo, o sea 5000lm por luminaria, la fotometría que nosotros escogimos para el cálculo en el Dialux nos arroja 3909lm por luminaria, considerando que está un poco más baja que la propuesta por nosotros obtenemos el siguiente resultado:

Despacho de carne



Altura interior del local: 2.400 m, Grado de reflexión: Techo 50.0%, Paredes 50.0%, Suelo 85.0%, Factor de degradación: 0.80

Plano útil

Superficie	Resultado	Media (Nominal)	Min	Max	Min./medio	Min./máx.
1 Plano útil 1	Intensidad lumínica perpendicular (Adaptativamente) [lx] Altura: 0.900 m, Zona marginal: 0.000 m	421 (≥ 400)	227	583	0.54	0.39

#	Luminaria	Φ (Luminaria) [lm]	Potencia [W]	Rendimiento lumínico [lm/W]
3	TECNOLITE - 40ESTLED65MVS	5026	43.1	116.6
Suma total de luminarias		15078	129.3	116.6

Potencia específica de conexión: $7.83 \text{ W/m}^2 = 1.86 \text{ W/m}^2/100 \text{ lx}$ (Superficie de planta de la estancia 16.51 m^2)

Las magnitudes de consumo de energía se refieren a las luminarias planificadas para en la estancia sin tener en cuenta escenas de luz ni sus estados de atenuación.

Consumo: 500 kWh/a de un máximo de 600 kWh/a

Como podemos observar el resultante de luxes con esta lámpara con flujo luminoso de 5026lm es de 421lx por arriba de los 400lx requeridos, consideramos que se asemeja a realizar cálculos con las formulas y tablas, agiliza el trabajo y arroja datos al instante.

Alimentación y control

una vez ya tenemos lo que es el cálculo de iluminación, cantidad de luminarias y nuestros circuitos ya armados, debemos definir el tipo de control que llevaran nuestras luminarias, tales como apagadores sencillos, dobles, triples, apagadores de 3 vías (3way), encendido por control programado, encendido por fotocelda o encendido por sensor de movimiento.

En nuestro caso para el **área de despacho** proponemos un controlador que se programara para tener un balance adecuado de niveles de luxes por mts^2 . Este tendrá 3 etapas que se irán regulando a medida que el nivel de luxes por mts^2 vaya disminuyendo o aumentando (este posee un sensor que determina la luminosidad o luxes del área),

esto ya que en esta área existirán tragaluces en el techo, de esta manera aprovecharemos al máximo la luz solar que tendremos a ciertas horas del día, así obtendremos un ahorro en las lámparas que no se encenderán en su totalidad hasta que sea necesario.

En las áreas de **cuartos fríos de carne, verduras y lácteos**, se colocarán sensores de movimiento para encendido de las luminarias ya que en estas áreas se ocupan de almacenaje y la mayoría del tiempo se entra con producto por lo que los sensores facilitarían la actividad para no depender de buscar el apagador mientras se entra o sale con producto en mano.

En las áreas restantes, siendo áreas comunes y áreas de oficina, se utilizarán apagadores sencillos para el encendido y apagado de las luminarias.

Se puede consultar el **artículo 404 Interruptores (NEC)** que nos menciona los tipos de protecciones que debemos de considerar en nuestros interruptores si están en zonas húmedas o exteriores, al igual que la altura de montaje máxima permitida de los interruptores que no debe de superar los 2 mts del NPT al centro del interruptor

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Como pudimos observar realizando los cálculos pertinentes de iluminación podemos ver cuáles son los luxes adecuados para cada área. Este método realizado con fórmulas no es muy comúnmente usado por los diseñadores consultados, ya que ahora prefieren utilizar el Dialux para facilitar y agilizar el trabajo.

El problema radica en que los dos métodos actualmente no están actualizados como deberían, hay carencia de tablas RCL por lámparas, actualmente solo existen catálogos ya desactualizados donde no hay mucha variedad de lámparas y estas tablas como observamos son fundamental para el cálculo correcto de las luminarias.

Mientras tanto con programas de iluminación como el Dialux se deben de conseguir fotometrías de las lámparas según el fabricante y muchas veces también resulta un poco complicado, pero de igual manera se pueden realizar con lámparas similares, pero como anteriormente comparamos no son muy precisos.

Otra forma que comentan los diseñadores que usan para el diseño de iluminación es “la experiencia”. Comentan que seleccionan luminarias con muchos lúmenes y ángulos de

apertura grandes para garantizar buena iluminación, distribuyen simétricamente las luminarias una con respecto a la otra para obtener buena iluminación. enfatizan que esto lo realizan en proyectos pequeños como casas o módulos de ventas.

8.4. Paso 4: Determinación de equipos a instalar y transformador

Cuando se tiene un proyecto complejo, así como el nuestro en donde utilizaremos distintos equipos con voltajes diferentes, debemos de realizar un censo para determinar un estimado de la carga que se instalara, así como los equipos que tendremos en uso para darnos una idea de cómo diseñar y balancear bien nuestro sistema eléctrico.

Este censo la mayoría de las veces se realiza como anteproyecto para contemplar y presupuestar un estimado de la carga total a instalar, así como el tipo de transformador y la capacidad de este mismo (si es necesario instalarse). En este caso, por lo que ya tenemos un cálculo del número de luminarias a instalar podemos conocer el estimado de toda esa carga en nuestro censo, así mismo agregaremos las cargas de equipos especiales (que la mayoría de las veces el cliente o dueño del proyecto suministra para nuestra información) dependiendo de las necesidades de equipos que el cliente requiera y su voltaje, nosotros debemos equilibrar esas cargas para el eficiente funcionamiento del sistema.

Recordemos que esto es para información previa al diseño del proyecto, una vez realizado el diseño completo con la información de cada equipo, y su panel, determinaremos la carga total real instalada.

1. Cargas específicas

Debemos de tomar en cuenta que la mayoría de los equipos que instalaremos en nuestros proyectos tienen una potencia especificada, sin embargo, para tomar corrientes generales según el **Art 220-3 inciso “c” otras cargas para todo tipo de locales (CIEN) o Art 220-14 (NEC)** nos especifica que su carga mínima para cada salida de tomacorriente general será de 180W, por lo cual debemos tomar esta carga de referencia para tomacorriente que no tengan un uso específico.

Las cargas específicas de equipos y alumbrados están detalladas en estos artículos tanto del CIEN como el NEC, sin embargo, si poseemos las especificaciones de los equipos que utilizaran en nuestros proyectos nos facilita la repartición de cargas y circuitos.

1.1. Tomacorrientes

Cada tomacorriente que se proponga se debe tener en consideración alturas específicas y el tipo de área donde se colocara ya sea húmeda o de difícil acceso el **Art 210.52 Salidas de receptáculos o tomacorrientes en unidades de vivienda (A) al (H)**, nos brinda la correcta instalación de tomacorrientes en distintas áreas que nos podemos encontrar, así como sugieren tipos de protecciones para los tomacorrientes que se encuentren en dichas áreas.

2. Cálculos para determinar transformadores

El ejercicio es muy sencillo, debemos saber cuál es la potencia de cada equipo en **Watts**, saber su nivel de voltaje, su corriente y pasarlo a **Kilowatts** que es con la unidad de medida que trabajaremos para saber cuánta carga (en **KVA**) tendremos para nuestro transformador. Debemos considerar los siguientes factores de demanda en nuestro calculo:

- a) **KW instalados**: se consideran los KW totales monofásicos y/o trifásicos instalados
- b) **KW máximos**: los KW instalados multiplicados por un factor de demanda del 80% (0.80)
- c) **KW promedio**: los KW máximos multiplicados por un factor de carga del 75% (0.75)
- d) **KVA monofásicos y/o trifásicos promedios**: Los KW promedio multiplicado por el factor de potencia 0.90

Gracias a las herramientas que poseemos actualmente, para hacer este proceso que es un poco largo, utilizaremos una tabla en **Excel** que brinda la distribuidora (**Disnorte/Dissur**) para el censo de carga y cálculo de transformadores, esta tabla se les proporciona a los usuarios que solicitan el desarrollo de un proyecto nuevo acá en Nicaragua.

CENSO DE CARGA FORMATO DISTRIBUIDORA											
Tipo de Instalación: Comercial											
Item	Cant	Equipos a Instalar		Carga Monofásica				Carga Trifásica			
		Descripción	Hilos	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)	Vn (V)	In (A)	P (kW)	Total (kW)
1	3.00	IMPRESORAS LASER MEDIANA	3 Hilos 120/208V	120.00	5.00	0.20	0.60				
2	1.00	BALANZA ELECTRONICA	3 Hilos 120/208V	120.00	3.33	0.40	0.40				
3	1.00	BOMBA HIDRONEUMATICA DE 1HP	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	3.5800	0.75	0.75
4	1.00	BOMBA JOCKEY DE 1HP	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	3.58	0.75	0.75
5	2.00	EQUIPO ATRAPA MOSCAS	3 Hilos 120/208V	120.00	3.33	0.20	0.40				
6	1.00	FICHEROS	3 Hilos 120/208V	120.00	1.66	0.20	0.20				
7	2.00	FILTRO DE AIRE	3 Hilos 120/208V	120.00	6.66	0.40	0.80				
8	1.00	EQUIPO DE TENDERIZADO	3 Hilos 120/208V	120.00	6.25	0.75	0.75				
9	2.00	EQUIPO SECAMANOS	3 Hilos 120/208V	120.00	16.66	1.00	0.50				
10	1.00	MOLINO ELECTRICO	3 Hilos 120/208V	208.00	4.80	1.00	1.00				
12	13.00	ABANICOS DE TECHO	3 Hilos 120/208V	120.00	19.50	0.18	2.34				
13	1.00	CAMPANA DE COCINA	3 Hilos 120/208V	208.00	3.60	0.75	0.75				
14	1.00	EXTRACTOR CON ILUMINACION	3 Hilos 120/208V	120.00	1.66	0.20	0.20				
15	1.00	ILUMINACION GENERAL INTERNA	3 Hilos 120/208V	120.00	85.00	10.20	10.20				
16	4.00	TOMACORRIENTES DE USO GENERAL	3 Hilos 120/208V	120.00	2.00	4.65	1.16				
17	1.00	REBANADORA ELECTRICA	3 Hilos 120/208V	120.00	3.83	0.46	0.46				
18	1.00	EMPACADORA ELECTRICA	3 Hilos 120/208V	120.00	5.00	0.60	0.60				
19	4.00	TIMBRE HANDY CAP	3 Hilos 120/208V	120.00	3.33	0.10	0.40				
20	1.00	OASIS	3 Hilos 120/208V	120.00	4.40	0.45	0.45				
21	1.00	TELEVISOR PANTALLA PLANA	3 Hilos 120/208V	120.00	2.00	0.20	0.20				
22	1.00	ILUMINACION EXTERIOR	3 Hilos 120/208V	208.00	7.69	1.60	1.60				
24	1.00	PROTOAIRE	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	75.40	5.00	5.00
25	1.00	EQUIPO HIDRAULICO DE RAMPA	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	18.66	1.80	1.80
26	1.00	EQUIPO ROSTIZADOR	3 Hilos 120/208V	120.00	5.00	0.60	0.60				
27	1.00	EQUIPO CONGELADOR INDUSTRIAL	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	11.40	3.50	3.50
28	1.00	TABLERO DE PROTECCION CONTRA INCENDIOS	3 Hilos 120/208V				0.00	208.00	7.84	1.80	1.80
29	1.00	CARGADOR DE BATERIAS	3 Hilos 120/208V	120.00	12.50	1.50	1.50				
30	1.00	AIRE ACONDICIONADO DE 18000 BTU	3 Hilos 120/208V	208.00	21.60	4.50	4.50				
31	1.00	MAQUINA DE HIELO	3 Hilos 120/208V	120.00	2.50	0.30	0.30				
32	1.00	TOMACORRIENTES GENERALES PROTEGIDOS	3 Hilos 120/208V	120.00	0.00	4.45	4.45				
34	1.00	MOTACARGAS	3 Hilos 120/208V	208.00	20.00	9.00	9.00				
35	1.00	PRECALENTADOR DE AGUA GENERADOR ELECTRICO	3 Hilos 120/208V	208.00	3.84	0.80	0.80				
Potencia Total a Instalar				kW Monofásicos Instalados				kW Trifásicos Instalados			
Nota: Datos Obligatorios a digitar				Factor de Demanda				Factor de Demanda			
* Tipo de Condominio: Clase Media Alta				kW Monofásicos Máximos				kW Trifásicos Máximos			
* Cantidad de Equipos con iguales características				Factor de Carga				Factor de Carga			
* Potencia por equipo en kW				kW Monofásicos Promedio				kW Trifásicos Promedio			
				Factor de Potencia				Factor de Potencia			
				kVA Monofásicos Promedio				kVA Trifásicos Promedio			
				kVA Banco Trifásico				3X25			

Como podemos ver en nuestro censo, tenemos equipos que son exclusivos a instalarse en este proyecto que poseen un voltaje trifásico en 208V, de igual manera tenemos las cargas de equipos monofásicos que también se instalaran, con esto vamos teniendo un estimado de la carga que tendremos y los voltajes con los que trabajaremos.

Para obtener el voltaje 208 debemos de instalar un banco de transformadores trifásicos con un arreglo delta-estrella, ya que con este arreglo podemos obtener un voltaje 208V de línea a línea, y 120V de línea a neutro, este tipo de arreglo se usa en sistemas eléctricos donde predominan las cargas monofásicas sobre las trifásicas como es en nuestro caso. Según la carga que obtuvimos en la memoria de cálculo podemos determinar que un banco de transformadores trifásicos de 3X25KVA podría suplir la carga demandada por nuestro proyecto.

Debemos de conocer los tipos de conexiones, tipos de montajes y tipos de transformadores por su capacidad y estructura para poder proponer el adecuado para nuestros proyectos.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

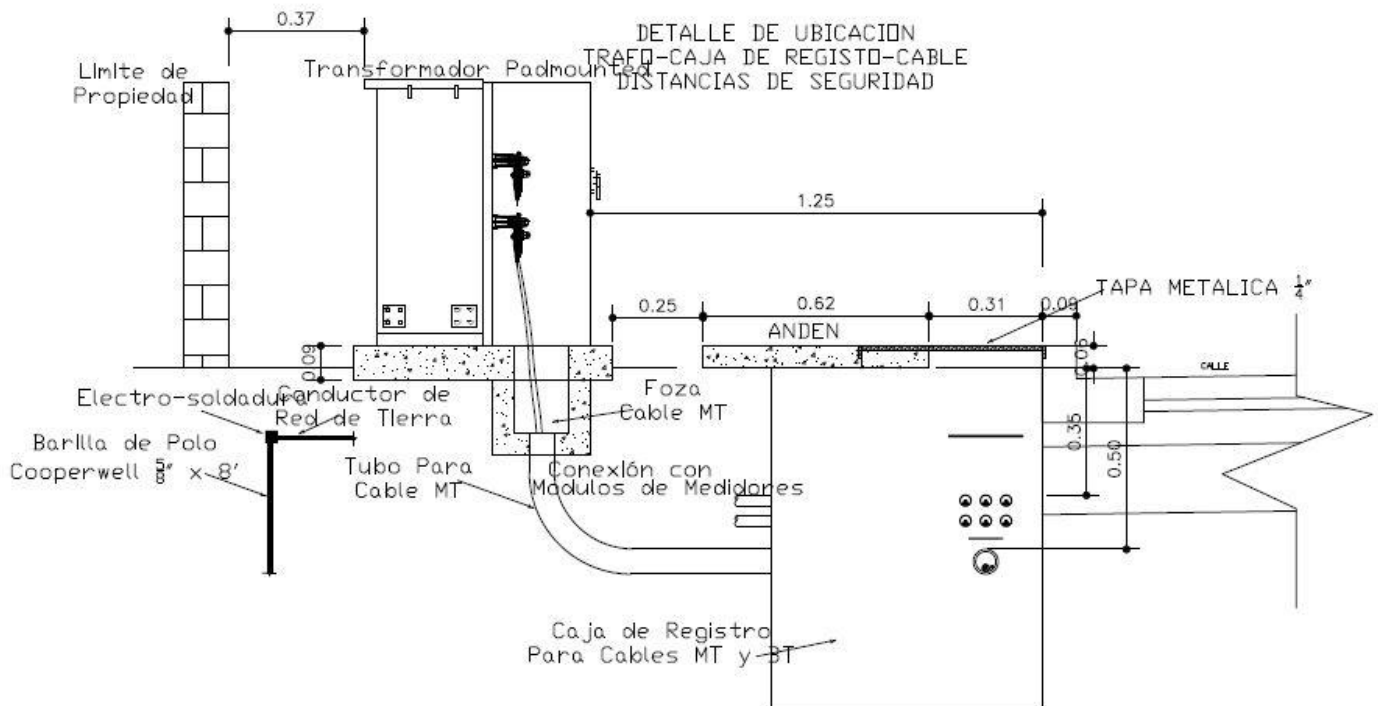
Los diseñadores comentan que la selección de transformadores es un tema bastante delicado, en muchas ocasiones cuentan que, en proyectos en ejecución, se han encontrado con problemas en los planos con respecto a los transformadores ya que los tipos de conexión que ellos proponen no van de acuerdo con las cargas que se instalaran en los proyectos.

Parte de estos problemas recaen en el tipo de conexión que proponen en los transformadores no son adecuado en relación a sus aplicaciones, es decir en una industria zona franca o maquila, suelen usara maquinaria con voltajes trifásicos, las cargas que predominan son trifásicas por lo que un arreglo delta delta nos da el balance para este tipo de casos. En proyectos donde se suelen ocupar ciertos equipos trifásicos, pero predominan las cargas monofásicas (como nuestro caso) se recomienda la conexión delta estrella, ya que la entrada primaria en delta nos proporciona el equilibrio para las cargas trifásicas.

En nuestros diseños debemos de especificar bien el uso que le queremos dar a nuestros transformadores, así como especificar el tipo de conexión y voltaje que queremos obtener, de esta manera se pueden evitar malos funcionamientos por malas conexiones de transformadores por falta de esta información en plano.

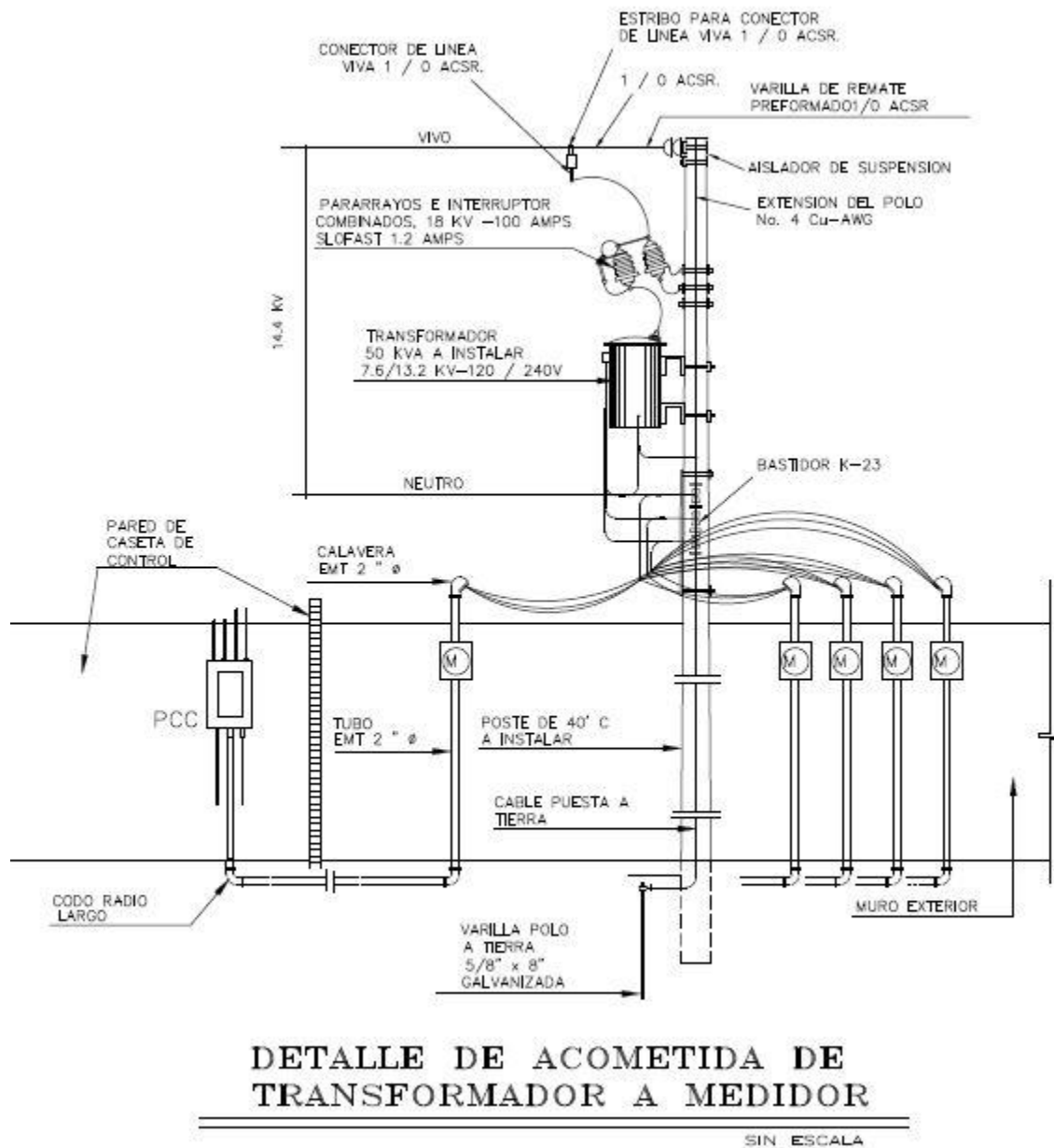
Así mismo adjuntamos unos ejemplos de detalles de montajes de transformadores que son muy fundamentales a la hora de los montajes y servirán de mejora para el contenido en futuros proyectos.

- Detalle del tipo de montaje y tipo de los transformadores
- Detalle de accesorios a usarse y tipo de tubería
- Detalle de recorrido de acometida



Detalle #2 Detalle de transformador y acometida

- Detalle del tipo de montaje transformador tipo padmounted
- Detalle de accesorios a usarse y tipo de tubería
- Detalle de recorrido de acometida
- Detalle de caja de registro de media tensión soterrada
- Distancias de seguridad
- Detalle de aterrizamiento a tierra



Ejemplo #4 Detalle de transformador y acometida

- Detalle del tipo de montaje y tipo de los transformadores
- Detalle de accesorios a usarse y tuberías
- Detalle de recorrido de acometida aérea
- Detalle con mufas

8.5. Paso 5: Calculo de equipos varios

En cada sistema eléctrico debemos considerar carga y equipos que tienen un uso específico o un propósito en nuestro proyecto, por ejemplo: banco de capacitores, aires acondicionados, UPS's etc. En este paso debemos de determinar cuál de estos equipos tendremos en nuestro sistema y debemos realizar el cálculo de estos mismos.

- **Calculo de aires acondicionados**

La capacidad de enfriamiento de una unidad de aire acondicionado es la habilidad que posee para eliminar el calor de un área, normalmente esto se mide en BTU. Mientras más alta sea la cifra en BTU, más calor puede ser eliminado. Es importante que los BTU del aire instalado sean los suficientemente altos para poder enfriar el área.

Para realizar el cálculo de BTU en la actualidad las casas comerciales de aires/splits en sus páginas web proporcionan tablas directas para la selección de aires. Los datos que se requieren para el cálculo son: el ancho, largo y alto del área especificada.

Aplicaremos esto al área donde nosotros queremos climatizar en este caso sería una oficina cuyas dimensiones son las siguientes:

Largo: 3.16 mts

Ancho: 1.35 mts

Altura: 2.40 mts

$$mts3 = LxAxH \quad (4)$$

Sustituimos valores y resulta: 10.23 estos serían los mts3 del área ahora la dividimos entre 2 y nuestro resultado multiplicado por 1,000 sería los BTU necesarios para climatizar nuestra área:

$10.23/2 = 5.11 \times 1,000 = 5,110$ BTU, estos serían los BTU's necesarios para climatizar nuestra área, para escoger el equipo debemos de irnos al equipo con los BTU más altos que nuestra respuesta, en nuestro caso elegiremos un aire de 9,000 BTU para el área.

En el **art 440 equipos de aire acondicionado y de refrigeración (CIEN)**, tenemos los criterios, definiciones e información general de este tema que se deben de considerar.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

En Nicaragua el tema de climatización se trata como un tema aparte a lo eléctrico, ya que existen otras ramas como la electromecánica que se encarga de realizar cálculos más precisos y hasta detallados, inclusive esta rama también realiza planos de taller de ubicación de los condensadores, o detallar las ubicaciones de ductos de aires si es necesario en un proyecto. Como nos comentan los diseñadores consultados, la mayoría de veces a ellos les brindan los datos de los aires que se instalaran por lo que solo toman en cuenta la potencia del aire para sus cálculos eléctricos y lo demás queda en manos del especialista de climatización.

De igual manera, es muy necesario para los diseñadores eléctricos tener estos conocimientos de cálculos de BTU x mts² y considerarlos mucho en sus proyectos y en sus memorias de cálculo para más calidad de presentación de los mismos.

- **Calculo de UPS**

Una UPS es una fuente de suministro eléctrico que posee una batería con el fin de seguir brindando energía a un dispositivo en caso de una interrupción eléctrica, de ahí su nombre en inglés: Uninterruptible Power Supply, que vendría siendo en español: Sistema de Alimentación Ininterrumpida (SAI).

En este proyecto tenemos varios equipos que por su naturaleza no pueden dejar de funcionar a la hora de una interrupción eléctrica como las cajas de cobro, impresoras, computadoras y otros equipos que estén siempre con un suministro de energía ininterrumpido.

Para realizar este cálculo solo debemos saber la potencia estimada de cada equipo que se requiere en VA y sumarlas entre sí, el resultado total lo multiplicamos por el 25% que sería el factor de crecimiento, este resultado será los VA recomendados para nuestra UPS (la mayoría se buscan por KVA). A continuación, presentamos una memoria de cálculo con estos datos y el resultado para nuestra UPS.

Equipos protegidos	Voltaje	Corriente Electrica	VA
8 Tomas para cajas cobro	120V	13.33A	1600
3 Tomas para oficina	120V	6.66A	800
Gabinete ISD	120V	3.33A	400
CBL	120V	3.33A	400
2 Tomas despacho carne	120V	5A	600
Reloj marcador	120V	3.33A	400
Caja de control de tableros	120V	1.66A	200
1 Tomacorriente en Rack	120V	1.66A	200
Espera de pulsadores	120V	1.66A	200
Subtotal			4800
Factor de crecimiento (25%)			1200
VA Requeridos			6000
			6KVA

Como podemos ver el resultado de nuestro calculo arroja que nuestra carga seria de 6 KVA siendo este el valor exacto podemos irnos por la elección de una UPS de 7KVA de capacidad para nuestro proyecto.

Nota: la UPS no se usa como alimentación fija, en caso de que la energía comercial se interrumpa esta protegerá a los equipos y no los sacara de funcionamiento, esto, solo para esperar que entre en funcionamiento la planta de generación (en caso que haya una en el proyecto)

8.6. Paso 6: Selección de paneles y circuitos derivados

El panel, tablero o centro de carga se entiende por el conjunto de elementos (circuitos) agrupados en determinado lugar donde se controla la alimentación de la energía eléctrica de una instalación o una zona. A veces puede tratarse solamente de un solo tablero que contenga todos los elementos, y otras veces pueden ser un conjunto de paneles con distinta utilidad de diversa cargar distribuidas por áreas.

En esta etapa ya debemos de tener todas las ubicaciones de los equipos, tomacorrientes, luminarias y demás colocados en la planta arquitectónica de nuestro diseño, con esto, debemos de ordenar nuestros circuitos derivados resultantes en nuestros paneles/tableros eléctricos.

En nuestro caso, dada la cantidad de equipos que poseemos y las diferencias de áreas y funciones, dividiremos en varios paneles/tableros nuestros circuitos los cuales también

debemos de especificar por su número de espacios, capacidad barras, numero de barras y voltaje permitido.

1. Selección de paneles eléctricos

Los paneles eléctricos se diferencian por su número de espacios, su capacidad de barras, si posee prevista para un breaker principal o borneras directas para la acometida, si se instalaran empotrados o sobrepuesto en pared, todos estos datos son necesarios para la selección de paneles ya que los fabricantes que existen en el mercado eléctrico requieren esta información ya que la mayoría de estos se fabrican pieza por pieza y dependiendo de nuestro requerimiento. **Art 384 tableros de distribución y gabinetes de control (CIEN)**

En nuestro proyecto separaremos todos nuestros circuitos en base a las áreas que tenemos, alumbrado y áreas de servicio y por los equipos especiales de cada una de ellas, esto para tener mejor distribución y accesibilidad de las áreas.

La asignación de estas áreas las determina el diseñador, para así tener una buena distribución de las áreas con respecto a los circuitos y paneles que se colocaran, comúnmente en edificios de más de 2 pisos se recomienda poner un panel por piso, esto para evitarse grandes caídas de tensión y sobredimensionamiento de conductores que recurren en costos, aunque un panel extra es un costo más pero se garantiza un mejor funcionamiento por caídas de tensiones y un mejor control de las áreas distribuidas.

1.1. Tipos y marcas de paneles

Las 3 marcas de paneles más usadas acá en Nicaragua son: Eaton (Cutler Hammer), Schneider Electric, Square D. Cada una de estas marcas ofrece distintas alternativas en paneles, estos varían en tamaños, materiales, capacidades, tipos de montaje, etc. Para los diseñadores es muy importante conocer los tipos de paneles y marcas que están en el mercado local, estudiar los diferentes catálogos que estas marcas nos brindan para así especificar en nuestros diseños los modelos que debemos usar en nuestros proyectos.

Todos estos fabricantes de paneles poseen certificación y cumplen con las **Especificaciones de construcción de paneles: Art 408.50 al 408.58 (NEC)**

Parte de los datos que debemos conocer para elegir los paneles son:

- Numero de barras
- Capacidad de barras
- Montaje (empotrado, superficial)
- Numero de espacios
- Interruptores enchufables o atornillables
- Con interruptor principal o bornes principales

2. Distribución de cargas por circuitos

Normalmente en áreas habitacionales se usan circuitos de 20A como máximo; en industrias o proyectos más grandes se pueden llegar a usar circuitos hasta de 50A con cargas múltiples. Las salidas para usos especiales siempre deben tener su propia alimentación y protección. Es posible que, aunque queden circuitos de muy poca carga convenga tenerlos alimentados por separados (por ejemplo 4 luminarias en una caseta de seguridad al final de una nave industrial)

De este modo vamos seleccionando los grupos de carga que tendremos en los circuitos de los tableros. En los tableros monofásicos 2 hilos se pueden asignar los números de circuitos al azar, para el caso de tableros monofásicos 3 hilos se divide la carga en 2 de tal manera que con la combinación de los circuitos se obtenga una diferencia mínima entre las cargas conectadas en cada fase.

Para los tableros trifásicos es común dividir la carga total entre 3 para para conocer el valor exacto del equilibrio. Después se hacen 3 grupos cuyos circuitos puedan combinarse para que las sumatorias respectivas sean lo más cercano al valor del equilibrio. El desbalance entre cargas no debe de ser mayor al 5%

Debemos dividir nuestros circuitos dependiendo de los equipo que instalaremos, sabemos que equipos específicos como: Lavadoras, Refrigeradoras, Microondas, Aires acondicionados, Motores etc., deben de incluirse en un circuito independiente, así mismo como hablamos anteriormente para circuitos que desconocemos la carga o tomacorrientes de fuerza general debemos considerar una potencia de 180W por cada terminal, según el **Art 220.52 Carga de electrodomésticos (NEC)**, la carga máxima para circuitos de tomacorrientes es de 1500W, a lo que podrían alcanzar 8 tomacorrientes de uso general en un circuito derivado.

En el **Art 210 Circuitos Ramales (NEC)**, nos platica acerca de los circuitos ramales de propósitos específicos proporcionada en la **Tabla 210.2**.

3. Cálculo de balance de panel

Después que agrupamos nuestras cargas en circuitos y les asignamos un numero en cada tablero, debemos sumar estas cargas en cada una de las fases, en nuestro caso resultaron 7 paneles derivados (1 regulado por UPS), por lo tanto, tendremos que agrupar todos estos paneles a un panel de distribución principal que es donde tendremos el control de todos ellos.

Al juntar todas las cargas de los paneles resultantes en un panel de distribución, se debe de saber y tomar en cuenta que la selección de este panel debe de ser precisa, es decir, si calculamos mal la protección principal o la capacidad de las barras, puede que tengamos perdidas de voltaje o sobrecalentamiento de las mismas, al igual que si la protección no es de la capacidad adecuada puede estar cerrando el circuito si la carga de todos los paneles juntos supera la del breaker seleccionado.

A continuación, tenemos la carga total para cada fase resultante de nuestro sistema:

A 186.66

B 189.06

C 189.11

Para determinar el desbalance de las fases (no mayor al 5%) está dada por la siguiente formula:

$$= \frac{\text{Fase mayor} - \text{fase menor}}{\text{Fase mayor}} \quad (5)$$

Por lo tanto, tendríamos:

$$= \frac{189.11 - 186.66}{189.11} = 1.29\%$$

Obtenemos que el desbalance de nuestro panel es de un 1.29% del 5% permitido, por lo cual estamos en el rango de aprobación de nuestro panel.

4. Cálculo de interruptor termomagnético

El interruptor termomagnético se usa en todas las instalaciones eléctricas, ya que este es un dispositivo de conexión y desconexión de circuitos que a su vez protege de cortocircuitos, sobrecargas y sobrecalentamientos. Estos se pueden encontrar de diferentes capacidades, velocidades de disparo, números de polos, enchufables, atornillables etc.

Estos se pueden colocar directamente a las barras de los paneles o bien existen otros que se pueden instalar fuera de la caja de paneles, estos se les llama comúnmente Main breakers de cajas moldeadas.

Para el cálculo de protecciones contra sobrecorrientes debemos de multiplicar nuestra carga total continua del circuito derivado por el 125%, por lo tanto, si aplicamos esto para nuestro interruptor principal de nuestro tablero de distribución obtendríamos lo siguiente: **(Ver Art 210-20 protección contra sobrecorrientes CIEN)**

Carga total de la fase más alta:

$$189.11 \times 1.25 = 236.38A \quad (6)$$

Debemos seleccionar el breaker más cercano superior, en este caso el breaker más cercano es de **250A**, nuestro breaker seleccionado sería de **3x250A** para proteger toda nuestra instalación.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Haremos otro ejemplo enfatizado en un error que comúnmente cometen con la selección de breakers para motores, y es que muchos no toman en cuenta la corriente de arranque del motor, como sabemos al momento de arranque de un motor se eleva su corriente nominal hasta 7 veces, ya que requieren una potencia inicial elevada para poder vencer todas las resistencias desde el reposo del motor hasta su velocidad final.

Si aplicamos el cálculo a la corriente nominal de una bomba de 1HP trifásica 208V (ejemplo de nuestro proyecto) quedaría de esta manera:

1 HP=746W/208V=3.58A esta sería nuestra corriente nominal de nuestro motor, si a esto nosotros le aplicamos el cálculo para su protección obtendríamos lo siguiente:

$3.58 \times 1.25 = 4.47A$ esto lo traduciríamos que un breaker de 3x15A perfectamente podría proteger nuestro motor, lo cual no es acertado ya que si tomamos en cuenta la corriente de arranque del motor obtendríamos lo siguiente:

$3.58 \times 7 \text{ veces} = 25.06A$ como podemos observar la corriente de arranque de nuestro motor rondaría más de los 25A por lo que un breaker de 3x15A inclusive uno de 3x20A se desconectaría al momento del arranque del motor ya que superaría su capacidad de protección.

Este error es muy común encontrarlo en diseño, nuestros consultados comentan que inclusive en campo se han topado con estas anomalías de motores que no logran encender e incluso, conductores quemados por no soportar la corriente demandada del arranque del motor.

Debemos siempre tomar en cuenta esta información para cálculos de conductores y protecciones cuando se trata de motores, así podemos evitar malos funcionamientos y hasta daños a los equipos que estarán en nuestra instalación eléctrica.

5. Selección de tuberías y canalización

Una de las partes más importantes de nuestra instalación; son los conductores, ya que estos son los encargados de transportar la energía de un punto a otro, por lo cual debemos de protegerlos en todo el trayecto.

Existen diferentes tipos de canalizaciones dependiendo de su naturaleza como lo son:

- Empotradas
- Superficiales
- Soterradas

Para cada una de ellas podemos seleccionar distintos tipos de tubería; entre ellas tenemos las más usadas en instalaciones eléctricas:

- PVC: es el más comúnmente utilizado en las instalaciones eléctricas, se denomina como policloro de vinilo, este material posee la cualidad de que no puede agarrar fuego con facilidad ni es propenso a la autocombustion esto gracias a los átomos

que la componen, por lo cual se recomienda mucho su uso en instalaciones eléctricas; además por su cualidad, su flexibilidad y precio. Este tipo de tubería es la que también se usa para canalizaciones de circuitos soterrados ya sea para baja tensión como para media tensión. **Ver Art 352.10 (A) hasta (H) usos permitidos y Art 352.12 (A) hasta (F) usos no permitidos (NEC)**

- EMT: la tubería eléctrica metálica (EMT), está diseñada especialmente para la conducción de cables eléctricos en zonas industriales, comerciales y residenciales, este logra mantener aislados los conductores dentro de su estructura y los protege de cualquier daño. Esta se puede utilizar oculta o expuesta a como comúnmente se utiliza en zonas industriales. Poseen un acabado galvanizado que permite una alta resistencia a la corrosión con el tiempo. **Ver Art 358.10 (A) hasta (C) usos permitidos y Art 358.12 (1) hasta (6) usos no permitidos (NEC)**
- IMC: la tubería IMC intermediate meta conduit es de acero galvanizado por inmersión en caliente, este tubo está diseñado para proteger cables eléctricos en instalaciones industriales y en áreas clasificadas como de alto riesgo de exposición y zonas de ambientes altamente corrosivos, se pueden utilizar al aire libre. **Ver Art 342.10 (A) hasta (D) usos permitidos**

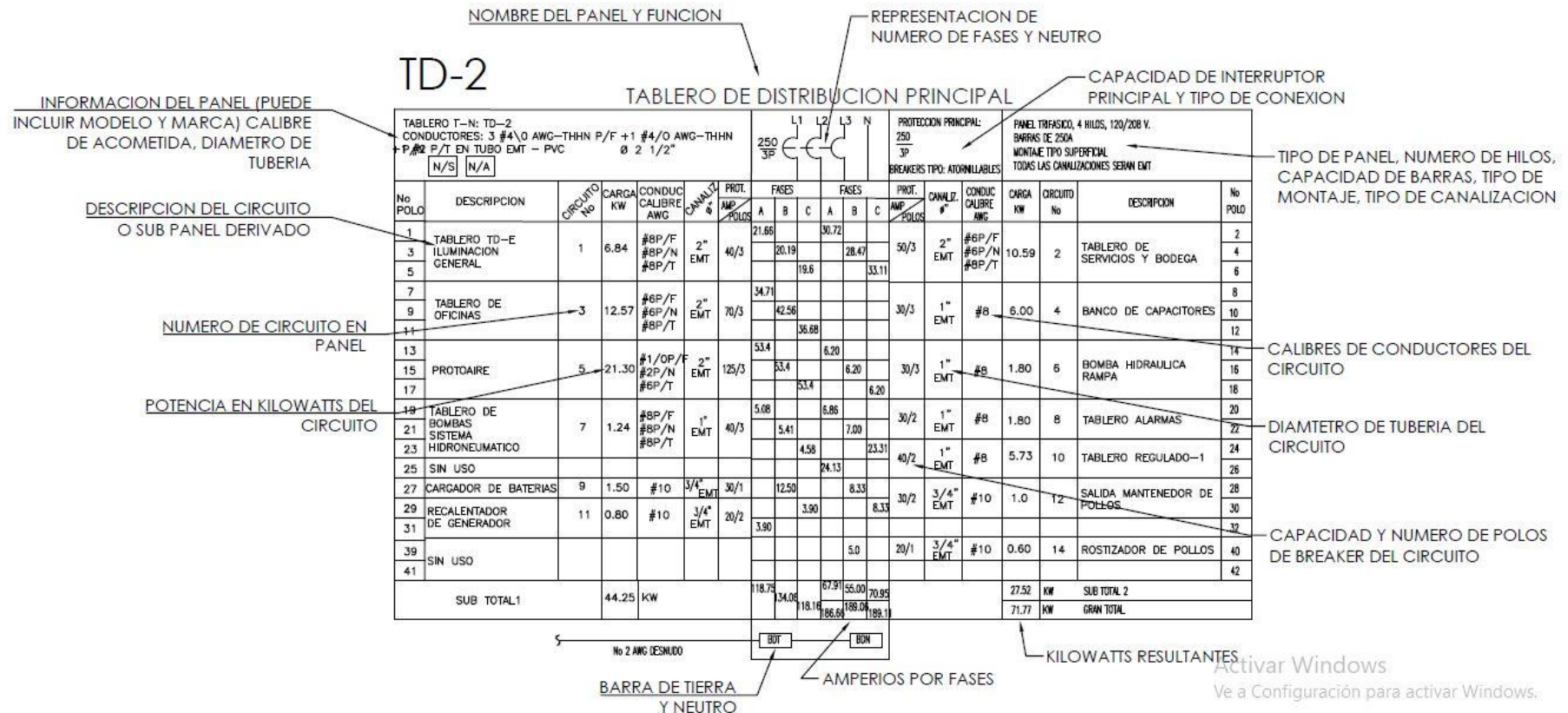
Para seleccionar nuestro tipo de tubo debemos de tener en cuenta el tipo de trabajo que se realizara en nuestro proyecto, por ejemplo, en una casa lo más recomendado de instalar es tubería PVC por ser una instalación no muy grande con tuberías ocultas por cielo y en paredes, mientras que en una industria por ser un lugar de alto riesgo de golpes, gases y humedad es recomendado poner EMT o IMC dependiendo del caso, por eso es que se debe de tener muy en cuenta y estar informado de la naturaleza de la instalación y del proyecto para poder tomar estos criterios importantes a la hora del diseño.

En la **Tabla #3** podemos ver cuantos conductores (dependiendo del calibre) pueden alcanzar en diferentes diámetros de tuberías, con esto podemos seleccionar el calibre de las tuberías que instalaremos en nuestro proyecto.

El tipo de tubería que recomendamos para nuestro proyecto será; EMT, ya que, dado el diseño arquitectónico que nuestro proyecto tendrá, no podemos empotrar tuberías por lo que deberemos dejarlas expuestas y lo mejor sería EMT para todos los circuitos que vayan dentro de la nave. Para tener un poco más de información de tuberías, formas de instalación, doblado, soportes, **Ver anexo para artículos**

6. Diagrama de paneles

Adjuntamos unos ejemplos de diagramas de paneles donde los describiremos y comentaremos cada parte que posee y que información debemos de incluir para mejorar el contenido de estos.



Panel #1 extraído de: ver pie de pagina

Panel #1: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua, ejecutado en junio 2016

Como habíamos hablado anteriormente, debemos saber qué tipo de panel vamos a elegir, la información más importante de los paneles siendo: capacidad de barras, numero de barras, voltaje, tipo de acometida (interruptor principal o borneras), podemos incluir el tipo de panel según catálogo del fabricante que escogemos, al igual que los tipos de breakers y hasta modelos de los mismos.

Adjuntamos otro ejemplo de diagrama de panel que incluye datos de fabricantes de panel en su información como parte de una mejora de contenido para nuestros diseños.

TABLA DE CARGA DEL PANEL GENERAL PG-1

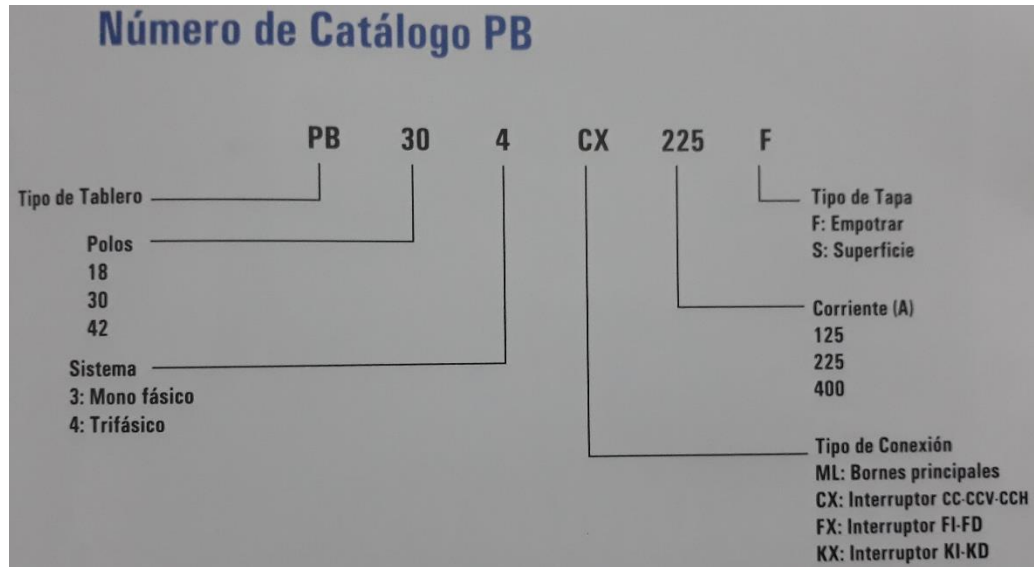
TABLERO TIPO: PB303FX225F DE CUTTLER HAMMER SISTEMA ELECTRICO: 120/240V. A.C. 1Ø TOTAL K.W.: 36.049 KW.						DISYUNTOR TERMOMAGNETICO PRINCIPAL: 225 AMPERIOS 2 POLOS TIPO: FD2225L CAPACIDAD MAXIMA DE BARRAS: 225 AMPS DE COBRE. LOCALIZADO EN: PLANTA BAJA PRIMER NIVEL.						ALIMENTADO DESDE: 50.00 MTS CON: 2 X NO. 4/0 + 1 # 2 AWG THHN DUCTO: EMT 2 1/2" MONTAJE: EMPOTRADO EN PARED								
CIRC. No.	DESCRIPCION	CARGA INSTALADA Kw	TIPO COND.	CAL. COND. AWG	CONDUIT Ø	BREAKER AMP	POLO	A	B	N	A	B	AMP	POLO	CONDUIT Ø	CAL. COND. AWG	TIPO COND.	CARGA INSTALADA KW	DESCRIPCION	CIRC. No.
1	LAVADORA 220V	3.6	THHN	10	PVC 3/4"	CH 40	2	30.00			30.00		CH 40	2	PVC 3/4"	10	THHN	3.6	SECADORA DE ROPA 220V	2
3								30.00			30.00		CH 40	2	PVC 3/4"	10	THHN			4
5	AIRE ACONDICIONADO 18,000 BTU	1.683	THHN	12	PVC 1/2"	CH 20	2	8.50			10.00		CH 20	1	PVC 1/2"	12	THHN	1.2	PLANCHA	6
7								8.50			4.50		CH 15	1	PVC 1/2"	12	THHN	0.54	TOMACORRIENTES	8
9	TOMACORRIENTE ICE MARK	0.48	THHN	12	PVC 1/2"	CH 15	1	4.00			1.50		CH 15	1	PVC 1/2"	12	THHN	0.18	TOMACORRIENTE IGNICION DE COCINA	10
11	TOMACORRIENTE EXTRACTOR DE BARBACOA	0.72	THHN	12	PVC 1/2"	CH 15	1	6.00			7.50		CH 15	1	PVC 1/2"	12	THHN	0.9	TOMACORRIENTES	12
13	ALIMENTACION AL PG-2 PLANTA ALTA	5.917	THHN	3#8	PVC 3/4"	CH 40	2	32.31			5.2		CH 15	2	PVC 1/2"	12	THHN	1.119	BOMBA HIDRONEUMATICA 220V	14
15								25.31			5.2									16
17	ALIMENTACION AL PE-1 PLANTA ALTA	16.11	THHN	2#4 + 1#8	EMT 1 1/2"	ET 90	2	67.99											RESERVA	18
19								66.63												20
21	RESERVA																			22
23																				24
25																				26
27																				28
29																				30
TOTALES		28.51						142.80	137.44	B D N	B D T		46.70	47.20				7.539	TOTALES	

TABLA DE CARGA DEL PANEL GENERAL PG-2

Panel #2: extraído de: ver pie de pagina

Observamos como este diagrama de panel, posee información de catálogos de paneles, en este caso cutler hammer o Eaton, adjuntamos información del catálogo. (Extraído de: **Catálogo de la construcción, Eaton**)

Panel #2: Diseño residencia privada, Managua, Nicaragua ejecutado en junio 2018



PANEL PM

PANEL DE 24 ESPACIOS				PANEL CHB DE 24 ESPACIOS, BARRAS 125 A, S/PREVISTA, TRIFASICO, 4 HILOS, 3 FASE, NEUTRO SOLIDO 120/208 V										CARGA TOTAL = 18,096 W					
AMP/FASE																			
DESCRIPCION	CONDUCTOR CONDUIT	DEMANDA W	CIRCUITO No	BREAKER AMP/POLO	AMP/FASE			N	A	B	C	AMP/FASE			BREAKER AMP/POLO	CIRCUITO No	DEMANDA W	CONDUCTOR CONDUIT	DESCRIPCION
					A	B	C					C	B	A					
MAQUINAS # 1	EMT THHN 1/2" 10	1080	1	20/1	9									10.8	20/1	2	1296	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 2
MAQUINAS # 3	EMT THHN 1/2" 10	1080	3	20/1		9							10.8		20/1	4	1296	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 4
MAQUINAS # 5	EMT THHN 1/2" 10	1080	5	20/1			9						10.8		20/1	6	1296	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 6
MAQUINAS # 7	EMT THHN 1/2" 10	1080	7	20/1	9									5.4	20/1	8	648	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 8
MAQUINAS # 9	EMT THHN 1/2" 10	1080	9	20/1		9							5.4		20/1	10	648	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 10
MAQUINAS # 11	EMT THHN 1/2" 10	1080	11	20/1			9						5.4		20/1	12	648	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 12
MAQUINAS # 13	EMT THHN 1/2" 10	948	13	20/1	7.9									7.2	20/1	14	864	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 14
MAQUINAS # 15	EMT THHN 1/2" 10	948	15	20/1		7.9							7.2		20/1	16	864	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 16
MAQUINAS # 17	EMT THHN 1/2" 10	648	17	20/1			5.4						7.2		20/1	18	864	EMT THHN 1/2" 10	MAQUINAS # 18
MAQUINAS # 19	EMT THHN 1/2" 10	648	19	20/1	10.8											20			ESPERA
ESPERA			21													22			ESPERA
ESPERA			23													24			ESPERA
<div><div></div><div></div></div> <div>HACIA BARRA EQUIPOTENCIAL</div>																			
TOTALES			9,672		36.7	25.9	23.4					23.4	23.4	23.4	8,424			TOTALES	

Panel #3: extraído de: ver pie de pagina

Panel #3: Diseño de casino, Managua, Nicaragua ejecutado en agosto 2017

Comparamos este panel encontrado en un diseño realizado en Nicaragua donde podemos observar que posee poca información, no incluye calibre de conductores de acometida y su canalización, tampoco incluye capacidad del interruptor principal, no especifica si será empotrado o superficial.

Vemos la diferencia que existe entre los paneles expuestos, con esto podemos entender la importancia de mejorar nuestros planos con este contenido más preciso con más información complementaria y detallada.

8.7. Paso 7: Calculo y especificaciones de conductores

En los diseños de sistemas eléctricos una de las tareas más importantes es el cálculo de la sección de alimentadores, es decir, las especificaciones de los conductores que suministraran energía eléctrica a un equipo. Hay que ser muy preciso a la hora de realizar estos cálculos ya que de estos dependen el buen funcionamiento de la instalación, así como costos y mantenimiento del mismo. **Ver art 210-9 conductores**

1. Criterios para el cálculo de conductores

Para este paso, debemos de analizar los criterios que definen la sección transversal de los conductores, así como su especificación. El objetivo de esto es encontrar el tipo de calibre AWG (American Wire Gage) o MCM (Miles de Circular Miles) que cumplan los requisitos necesarios para un sistema confiable y económico evitando así gastos innecesarios o sobredimensionamiento del mismo.

Para poder aplicar los criterios requerimos primero la definición de la corriente que circulara por cada uno de los conductores en su plena carga (corriente nominal). Debemos saber cuál es la carga de cada equipo a instalar (como lo vimos en el paso 4) de esta manera, podemos calculo confiable para la selección de conductores.

Los criterios más importantes que se deben considerar para la especificación del conductor son: capacidad de conducción de corriente para las condiciones de instalación, caída de voltaje permitida, capacidad para soportar la corriente de cortocircuito y calibre mínimo permitido para aplicaciones específicas.

Existen otros criterios que también se toman en cuenta en ciertas circunstancias como: perdidas por efecto joule, fuerza de tiro en el proceso de cableado y alimentadores de calibres diferentes que pueden compartir la misma canalización.

En el **Art. 310 Conductores para alambrado general (NEC)** tenemos los requisitos generales de los conductores, sus tipos, aislamientos, resistencia y ampacidad, cada tipo de conductor y los usos dependiendo de su aislamiento

1.1. Código de colores de los conductores.

Generalmente en el **Art. 504.80 Identificación (C) código de colores (NEC)**, tenemos que nos permite identificar los conductores por colores dependiendo de su uso. Actualmente los colores que se usan para identificar los conductores por su función son:

- Fase: rojo, negro, azul
- Neutro: blanco
- Tierra: verde

Estos colores se utilizan mayormente para señalar las fases en los paneles de distribución, mientras tanto en los circuitos derivados se utilizan mayormente la combinación rojo-blanco-verde o negro-blanco-verde respectivamente.

2. Capacidad de conducción de corriente

Los conductores eléctricos están forrados con material aislante, que por lo general poseen materiales orgánicos. Estos forros están clasificados de acuerdo con la temperatura de operación permisible, de tal forma que la misma sección del cobre puede tener diferente capacidad de conducción de corriente, dependiendo del tipo de aislante que se seleccione.

La **Tabla #4** contiene la información de la capacidad de corriente de cada calibre de conductores aislados, según el tipo de material del forro e incluso del conductor. También incluyen los factores de corrección por temperatura ambiente y por agrupamiento en tubería. Debemos seleccionar el calibre del conductor cuya capacidad de corriente sea igual o mayor a la nominal del alimentador considerando todas las restricciones.

Para calcular el calibre del neutro como tal se debe considerar el desbalance máximo posible entre las fases de un sistema. En una instalación trifásica (conexión estrella) donde predomine la carga de motores trifásicos o cargas trifásicas se acostumbra a dejar el neutro reducido con respecto al calibre de las fases. En caso de tableros

trifásicos con cargas de alumbrado o de uso general (monofásica) el calibre del neutro deberá ser igual al de las fases. De igual forma en sistemas monofásicos 3 hilos, el neutro debe de ser del mismo calibre de las fases.

3. Caída de tensión

La caída de tensión es la diferencia que existe entre el voltaje aplicado al extremo alimentador de una instalación y el obtenido en cualquier otro punto de la misma cuando está circulando la corriente nominal.

La caída de voltaje máxima permitida según el CIEN de Nicaragua es el 3% en circuitos derivados y 2% en alimentación principal, siempre y cuando no sobrepasen el 5% juntos. **Art 215-2 sección mínima y capacidad de conducción (CIEN)**

4. Calculo de caída de tensión

Con el cálculo de caída de tensión podemos determinar el conductor adecuado para alimentación de equipos, alumbrado y alimentación principal, este cálculo se debe realizar para cada circuito que tengamos en nuestro proyecto. En el debemos de considerar la longitud que tendrán nuestros circuitos desde el panel hasta el receptor final, así como el voltaje, potencia y calibre del conductor seleccionado.

Para nuestro proyecto que es un poco extenso en términos de equipos, circuitos derivados y paneles, usaremos una vez más el programa Excel para realizar nuestros cálculos.

La fórmula para calcular la caída de tensión es la siguiente:

$$E = \frac{2 * C * L * I}{V * S} \quad (7)$$

E= Caída de tensión en porcentaje (no mayor que el 2%).

C= Constante para sistemas eléctricos (2 para monofásicos, 1.73 trifásicos).

L= Longitud que recorre el conductor en metros.

I= Corriente detallada en los paneles eléctricos.

V= voltaje del sistema, suministrado por la distribuidora (120/208v).

S= Sección transversal del conductor.

Para demostrar esta fórmula haremos el cálculo de la acometida de nuestro panel principal, es un sistema trifásico 120/208V, la distancia desde el cuarto de paneles hasta el transformador es de 35mts, la potencia instalada es de 189.11A y el conductor que escogimos es #4/0 que posee una sección transversal de 107mm²:

$$E = \frac{2 * 1.73 * 35 * 189.11}{208 * 107} = 1.02\%$$

Como podemos comprobar, la caída de tensión de nuestra acometida principal no supera el 2% permitido, por lo que nuestro conductor seleccionado #4/0 para la acometida a la distancia resultante es permitido.

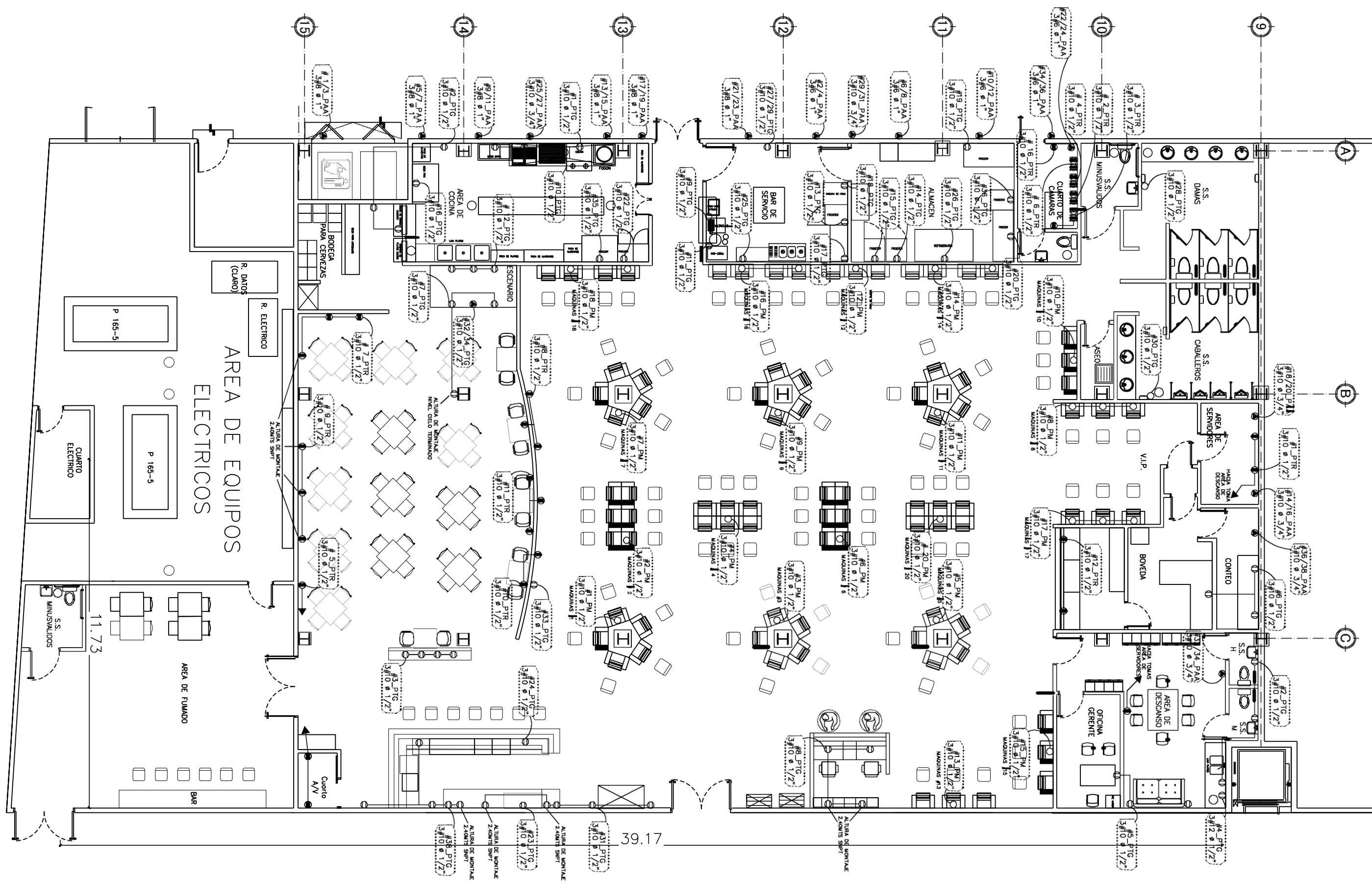
Este mismo procedimiento lo aplicamos a todos los circuitos que tengamos en nuestro proyecto para así garantizar que el calibre del conductor que proponemos sea el adecuado.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Como habíamos comentado al inicio de este trabajo, uno de los errores que más presentan los diseños acá en Nicaragua es la caída de tensión con respecto al conductor seleccionado. El problema que ronda en torno a esto es que el diseñador debe de pensar como constructor a la hora de realizar el cálculo de la caída de tensión ya que debemos saber por dónde irá la canalización, debemos de considerar las alturas y los trayectos más exactos y en base a esa distancia obtenida considerar nuestro cálculo.

Sucede que muchos diseñadores no consideran estas distancias y realizan cálculos con distancias lineales. Mientras tanto, en campo, el constructor define los trayectos de los circuitos a su criterio y es ahí donde también se generan problemas de distancias más largas de las calculadas por el diseñador.

Es muy necesario que haya una buena comunicación entre el diseñador y el constructor a la hora de desarrollar un proyecto, ya que esto garantiza un mejor desempeño en la instalación y la habilidad de poder resolver problemas comunes que se hayan en campo y que la mayoría de las veces dejan pasar por quizá falta de conocimiento.



Tenemos este ejemplo de un diseño de un casino, en el área de descanso se consideró colocar un horno microondas con un consumo de 10A monofásico 120V con un conductor #12, la distancia desde el panel hasta el tomacorriente supera los 55.3 metros, comprobamos con calculo cuanta seria la caída de tensión de este circuito:

$$E = \frac{2 * 2 * 55.3 * 10}{120 * 3.31} = 5.56\%$$

Podemos observar la exagerada caída de tensión que tendríamos con este circuito, por lo que lo recomendable seria seleccionar otro calibre de conductor, si seleccionamos calibre #8 obtendríamos lo siguiente:

$$E = \frac{2 * 2 * 55.3 * 10}{120 * 8.37} = 2.08\%$$

El conductor adecuado tendría que ser calibre #8 o menor para este circuito.

Esto demuestra la importancia de ser cauteloso con el cálculo de caída de tensión, tomar en cuenta cada detalle, cada distancia, cada altura para así garantizar una instalación eléctrica factible y segura. Para continuar con nuestro ejemplo colocaremos algunas tablas de caída de tensión resultantes de nuestro proyecto.

5. Caídas de tensión resultantes con herramienta

Como mencionamos anteriormente, la tecnología ha hecho que podamos utilizar herramientas que nos agilicen el trabajo, los cálculos de caída de tensión son bastante extensos ya que tienen que abarcar cada circuito de tu proyecto, sin embargo, utilizando una hoja de cálculo elaborada con todos nuestros datos podemos obtener los cálculos de manera más rápida. Hay que tener mucho cuidado a la hora de hacer las ecuaciones para evitar algún dato errado.

Guía de uso de normas de Diseño e Instalación Eléctrica de Baja Tensión en Nicaragua

Calculo De Caída de Tension de Circuitos Y De Calibre Del Conductor De Alimentacion												
L1 = Longitud Panel - Caja de Derivacion. L2= Longitud de Rama Final V = voltaje I = corriente C = cte												
Item	Local	Descripción	Panel	Nº de CKTO	L 1	V	I	C	Seccion del conductor		Caída de tension	Total
									Alimentador (mm2 y AWG)		Alimentación	
1	TD-5	TABLERO	TD2	1	10.00	208	21.66	1.73	3.31	12	1.09	1.09
2	TD-15	TABLERO	TD2	3	10.00	208	42.56	1.73	8.37	8	0.85	0.85
3	PROTOAIRE	FUERZA	TD2	5	40.82	208	53.4	1.73	53.50	1/0	0.68	0.68
4	TD-19	TABLERO	TD2	7	10.00	208	5.41	2	8.37	8	0.12	0.12
5	CARGADOR DE BATERIA	FUERZA	TD2	9	23.37	120	12.5	2	5.26	10	1.85	1.85
6	RECALENTADOR GENERADOR	FUERZA	TD2	11	23.37	208	3.9	2	5.26	10	0.33	0.33
7	TD-16	TABLERO	TD2	2	10.00	208	33.11	2	8.37	8	0.76	0.76
12	BOMBA HIDRAULICA RAMPA	FUERZA	TD2	4	16.97	208	6.2	1.73	8.37	8	0.21	0.21
13	TD-18	TABLERO	TD2	6	10.00	208	7	2	8.37	8	0.16	0.16
14	TD-9	TABLERO	TD2	8	10.00	208	24.13	2	8.37	8	0.55	0.55
15	SALIDA MANTENEDOR POLLO	FUERZA	TD2	10	30.42	208	8.33	2	5.26	10	0.93	0.93
16	ROSTIZADOR DE POLLO	FUERZA	TD2	12	30.42	120	5	2	5.26	10	0.96	0.96
17	ALIMENTACION PRINCIPAL	ACOMETIDA	TD2	0	35.00	208	189.11	1.73	107.00	4/0	1.03	1.03

Tabla de cálculo #1: extraída de: ver pie de pagina

Calculo De Caída de Tension de Circuitos Y De Calibre Del Conductor De Alimentacion												
L1 = Longitud Panel - Caja de Derivacion. L2= Longitud de Rama Final V = voltaje I = corriente C = cte												
Item	Local	Descripción	Panel	Nº de CKTO	L 1	V	I	C	Seccion del conductor		Caída de tension	Total
									Alimentador (mm2 y AWG)		Alimentación	
1	2 TOMAS MATAMOSC+FILTRO	FUERZA	TD5	1	30.98	120	5	2	3.31	12	1.56	1.56
2	1 TOMA REBANADORA	FUERZA	TD5	3	39.66	120	3.83	2	5.26	10	0.96	0.96
3	2 TOMAS MATAMOSC+FILTRO	FUERZA	TD5	5	36.49	120	5	2	3.31	12	1.84	1.84
4	1 TOMA SECAMANOS	FUERZA	TD5	7	31.32	120	8.33	2	8.37	8	1.04	1.04
5	1 TOMA LICUADORA	FUERZA	TD5	9	32.11	120	8.33	2	5.26	10	1.70	1.70
6	7 SALIDAS PARA ILUMINACION	ILUMINACIÓN	TD5	11	40.54	120	2.06	2	5.26	10	0.53	0.53
7	8 SALIDAS PARA ILUMINACION	ILUMINACIÓN	TD5	13	63.48	120	2.91	2	5.26	10	1.17	1.17
9	4 SALIDAS PARA ILUMINACION	ILUMINACIÓN	TD5	15	38.84	120	2.01	2	5.26	10	0.49	0.49
12	1 TOMA CONGELADOR	FUERZA	TD5	17	18.11	120	5	2	3.31	12	0.91	0.91
13	2 TIMBRES BODEGA	FUERZA	TD5	19	32.49	120	1.66	2	3.31	12	0.54	0.54
14	1 TOMA 120V	FUERZA	TD5	2	33.73	120	3.33	2	3.31	12	1.13	1.13
15	1 TOMA MOLINO	FUERZA	TD5	4	37.09	120	4.8	2	5.26	10	1.13	1.13
16	EXTRACTOR DE COCINA	FUERZA	TD5	6	30.77	120	4.5	2	3.31	12	1.39	1.39
17	TENDERIZADOR	FUERZA	TD5	8	39.02	120	6.25	2	5.26	10	1.55	1.55
18	TOMA BALANZA	FUERZA	TD5	10	22.33	120	3.33	2	5.26	10	0.47	0.47
19	TOMA EMPACADORA	FUERZA	TD5	12	38.33	120	5	2	5.26	10	1.21	1.21
20	TOMA MICROONDAS	FUERZA	TD5	14	31.18	120	10	2	5.26	10	1.98	1.98
21	TOMA TV	FUERZA	TD5	16	23.51	120	1.66	2	3.31	12	0.39	0.39

Tabla de cálculo #2: extraída de: ver pie de pagina

Tabla de cálculo #1 y #2: Tablero TD2 y TD16, Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua ejecutado en julio 2016

8.8. Paso 8: Sistema de Tierra

Eléctricamente, el globo terráqueo o la tierra es considerado un potencial cero. No obstante, el material que la compone puede tener una resistividad eléctrica muy alta, así que, para poder obtener una toma de tierra adecuada, se deben de realizar una serie de estudios que determinen la resistividad de la tierra.

El **artículo 100 del NEC**, define una puesta a tierra como una conexión conductora ya sea intencional o accidental, entre un circuito eléctrico o un equipo y la tierra o algún cuerpo conductor que sirva en lugar de la tierra. Cuando hablamos de puesta a tierra se refiere a dos cosas: puesta a tierra y puesta a tierra del equipo. La puesta a tierra es una conexión intencional desde un conductor del circuito por lo general el neutro, a un electrodo de puesta a tierra. La puesta a tierra del equipo asegura que el equipo operativo dentro de una estructura esté conectado correctamente a tierra física.

El significado de la resistencia a tierra puede entenderse si se analiza el flujo de corriente que circula por una varilla o vara enterrada verticalmente y como se dispersa por la tierra que lo rodea. El suelo que está directamente en contacto con esta varilla es el que juega el papel importante en el camino de este flujo de corriente.

Según el **NEC en el art 250.56** asegura que la impedancia permitida de la tierra no debe ser mayor de 25 ohm, y en instalaciones con equipos sensibles no debe de superar los 5 ohm

1. Selección de conductor a tierra

Según algunas tablas (**Tablas #5 y #6**) que brinda el **NEC 250.66 y 250.112**, para la selección del conductor de puesta a tierra debemos de saber el conductor principal de la acometida y cotejarlo con los brindados.

Para nuestro proyecto tenemos que el conductor de acometida principal es; #4/0, si lo comparamos con la tabla nos brinda que el conductor a tierra para nuestro sistema deberá de ser #2

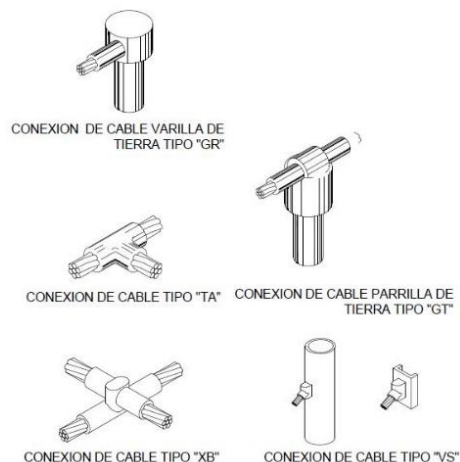
Según **Art 250-81 Sistemas de Electrodo de Puesta a Tierra** se debe de considerar aterrizar las partes metálicas de estructuras a tierra, esto mayormente lo hacen con soldadura exotérmica. Se tiene que colocar un conductor desnudo enterrado en el suelo (a unos 50cm aproximadamente) este deberá rodear todo el edificio y en cada estructura metálica deberá aterrizarse a una varilla de cobre siempre haciendo continuidad con el conductor.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

El tema de los sistemas a tierra para los diseñadores es algo que consideran muy importante, sin embargo, aducen que siempre lo hacen a criterio propio, y especifican en sus notas generales que se deben realizar las mediciones pertinentes en la tierra para saber si tiene la resistencia adecuada, si esto no es así, se deberá tratar la tierra con químicos especiales o colocar en serie más varillas cooperweld para obtener la resistencia normada.

NOTAS GENERALES RED DE TIERRA	
1-EL TRAYECTO DEL ANILLO DE TIERRA ES ESQUEMATICO, SE DEBERA CONSIDERAR TODO EL TRAYECTO DENTRO DEL LINDERO DE LA PROPIEDAD, LOS POZOS DE INSPECCION DEBERAN DE SER DE 0.50X0.50X0.60 O AJUSTARSE AL ESPACIO DEPENDIENDO DE LA DIFICULTAD	
2. LAS CONEXIONES O JUNTAS DE VARILLAS CONDUCTORAS SE DEBERÁN HACER POR MEDIO DE UNIÓN TERMOSOLDADAS. (SOLDADURAS CADWELL).	
3. LAS BAJADAS DE TIERRA DEBERAN DE VERIFICARSE Y COORDINARSE EN OBRA.	
4. EL CONTRATISTA ES RESPONSABLE DE CONOCER LA TRAYECTORIA DE LA RED DE TIERRA DEL EDIFICIO EXISTENTE ANTES DE REALIZAR LAS EXCAVACIONES, Y HACER LAS DEBIDAS PROLONGACIONES DE LA RED DE TIERRA ACTUAL ENTRE LOS EDIFICIOS, POSTERIOR SE DEBERAN DE REALIZAR NUEVAMENTE MEDICIONES PARA GARANTIZAR LOS PARAMENTROS DE RESISTIVIDAD DENTRO DE LO ESTIPULADO.	
5. EL CONTRATISTA DEBERA HACER UN ESTUDIO DE TIERRA PREVIO A INSTALAR LA RED PARA DETERMINAR EL OHMEAJE DEL LUGAR, EN CASO QUE LA RESISTENCIA DEL SUELNO SEA MAYOR A 10 OHM SE DEBERA TRATAR LA TIERRA CON QUIMICOS ESPECIALES Y/O COLOCAR MAS VARILLAS EN PARALELO HASTA OBTENER EL OHMEAJE PLANTEADO.	

Detalle #4 extraída de: ver pie de pagina



Detalle #5 extraída de: ver pie de pagina

Detalle #4 y #5: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua ejecutado en julio 2016

Esta es parte de la información de red de tierra que pudimos conseguir en diseños, presentan detalles constructivos de los tipos de soldaduras y los detalles anteriormente citados con respecto a cómo se logra obtener el ohmeaje de tierra normado.

8.9. Paso 9: Cálculo de Generador

En una instalación eléctrica, el generador es el encargado de seguir brindando energía a un lugar cuando la energía comercial falla. La instalación de este equipo es opcional dependiendo del tipo de trabajo que se realice en el lugar donde se instalara.

Hay diferentes tipos y capacidades de generadores, la mayoría de estos funcionan con combustible fósil. Muchas veces en los proyectos, el cliente solicita solo respaldar con el generador ciertos equipos, lo cual se hace considerando un panel de emergencia con las cargas importantes por lo cual solo este panel tendrá energía del generador en caso de una falla del suministro comercial.

Para que el generador realice el cambio de energía comercial a energía generada, se debe de instalar una transferencia que puede ser automática o manual. Esta transferencia detecta la falta de suministro de energía comercial cierra el paso de esta misma y transfiere el paso de la energía generada mandando una señal de respuesta rápida al generador para que este entre en marcha. Esta transferencia se selecciona dependiendo de la capacidad y tipo del generador.

1. Calculo de generador

Para calcular la capacidad de nuestro generador debemos tomar en cuenta la capacidad instalada de nuestra instalación según la siguiente formula:

$$P(KW) = V.I.C.Cos\phi/1000$$

Donde:

P= es la potencia en Kilowatts

V= es el voltaje de línea a línea

I= es la corriente total

C= constante 2 para monofásico, 1.73 trifasico.

Cos=factor de potencia

Por lo tanto, tenemos:

$$P(KW) = 208.189.11.1.73. \cos 0.9 / 1000$$

Nuestra potencia en KW para nuestro generador seria: **68.04KW**. Hay que recalcar que la instalación no consume la potencia instalada total, por lo cual podemos utilizar un generador de menos potencia que la obtenida, en este caso podemos seleccionar un generador de 70KW.

Cabe destacar que es importante que el generador posea un aterrizamiento a tierra independiente, en este caso una malla a tierra ya que este genera casi la misma potencia de todo el sistema respaldado. Ver más en **art 445 generadores**

Debemos dejar claro en el diagrama unifilar de nuestras instalaciones la manera de cómo se conectará el generador, ya que este es un error típico en diseño cuando incorporan generadores.

8.10. Paso 10: Diagrama Unifilar

En un diagrama unifilar debemos incluir toda la información relacionada con el proyecto, como irá el modo de instalación del transformador, del generador, de los paneles, breaker principales, número de conductores, diámetros de tuberías. El diagrama unifilar es el corazón de todo el proyecto y debemos realizarlo meticulosamente para evitar errores en las conexiones delicadas como en los generadores y las transferencias automáticas o las bombas contra incendio que es un tema de error que se comete constantemente.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Una bomba contra incendio es una bomba que por su naturaleza cuando esta activada esta está hecha para bombear agua lo más que se pueda a presiones altísimas hasta que los bomberos lleguen en caso de un incendio, uno de los errores que se cometen comúnmente por los diseñadores en los diagrama unifilares es colocar la bomba contra incendio después aguas abajo del main breaker, lo cual se traduce que si mi sistema se sobrecarga por un incendio, el main breaker se disparara lo cual deja fuera de función totalmente la bomba contra incendio. **Art 695 Bombas contra incendios (NEC)**

La manera correcta de instalarlo es aguas arribas del main breaker, o sea en las borneras primarias de nuestra acometida principal, esto hará que, aunque nuestro main se dispare la bomba seguirá en funcionamiento porque su alimentación viene directamente de la acometida principal desde el transformador.

Adjuntamos diagrama unifilar resultante de nuestro proyecto, se explica el modo de conexión desde el transformador, acometida principal, modo correcto de conexión de generador y bomba contra incendio y lo compararemos con otro de un proyecto también realizado en Nicaragua.

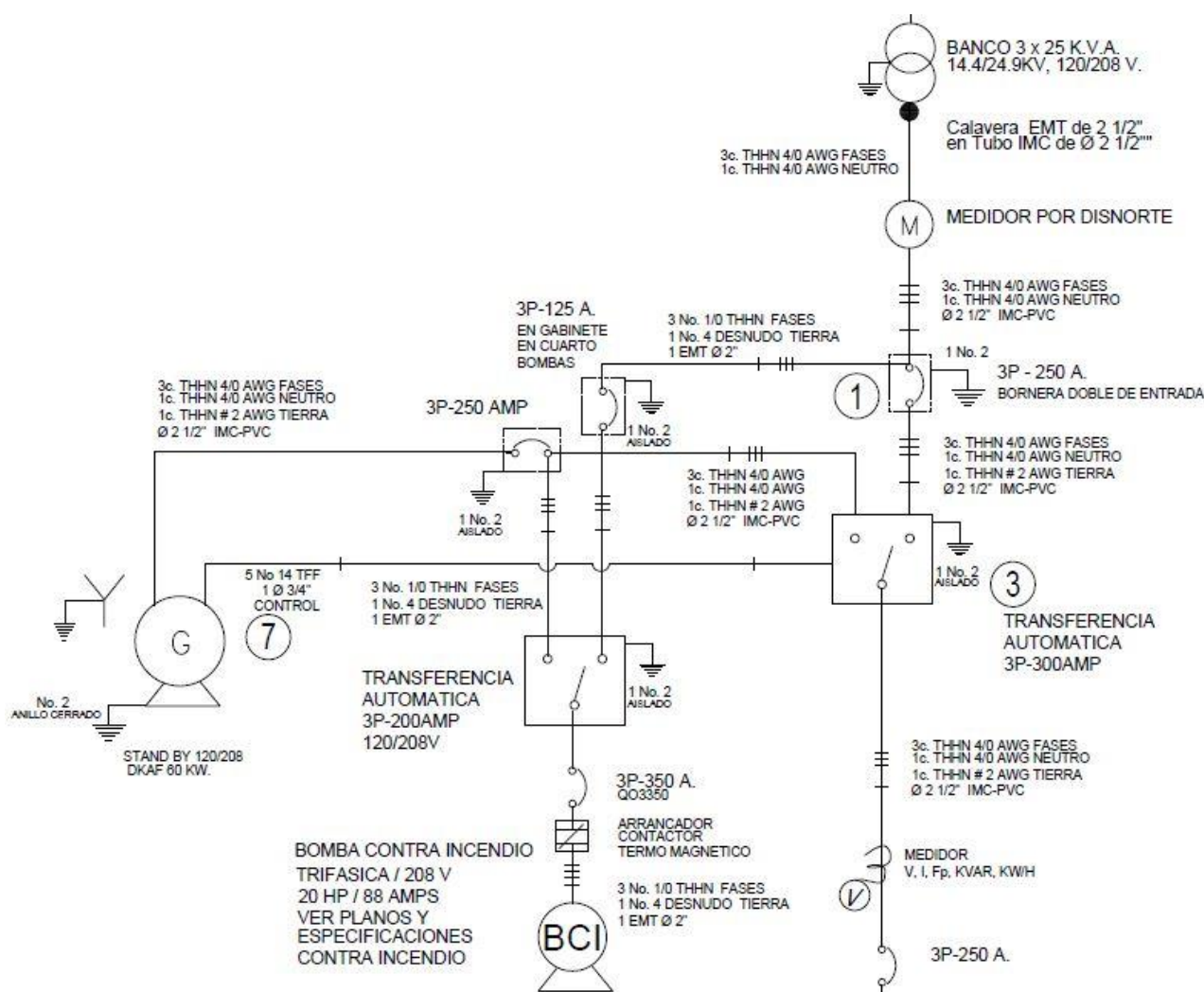


Diagrama #1 extraída de: ver pie de página.

Diagrama #1: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua ejecutado en julio 2016

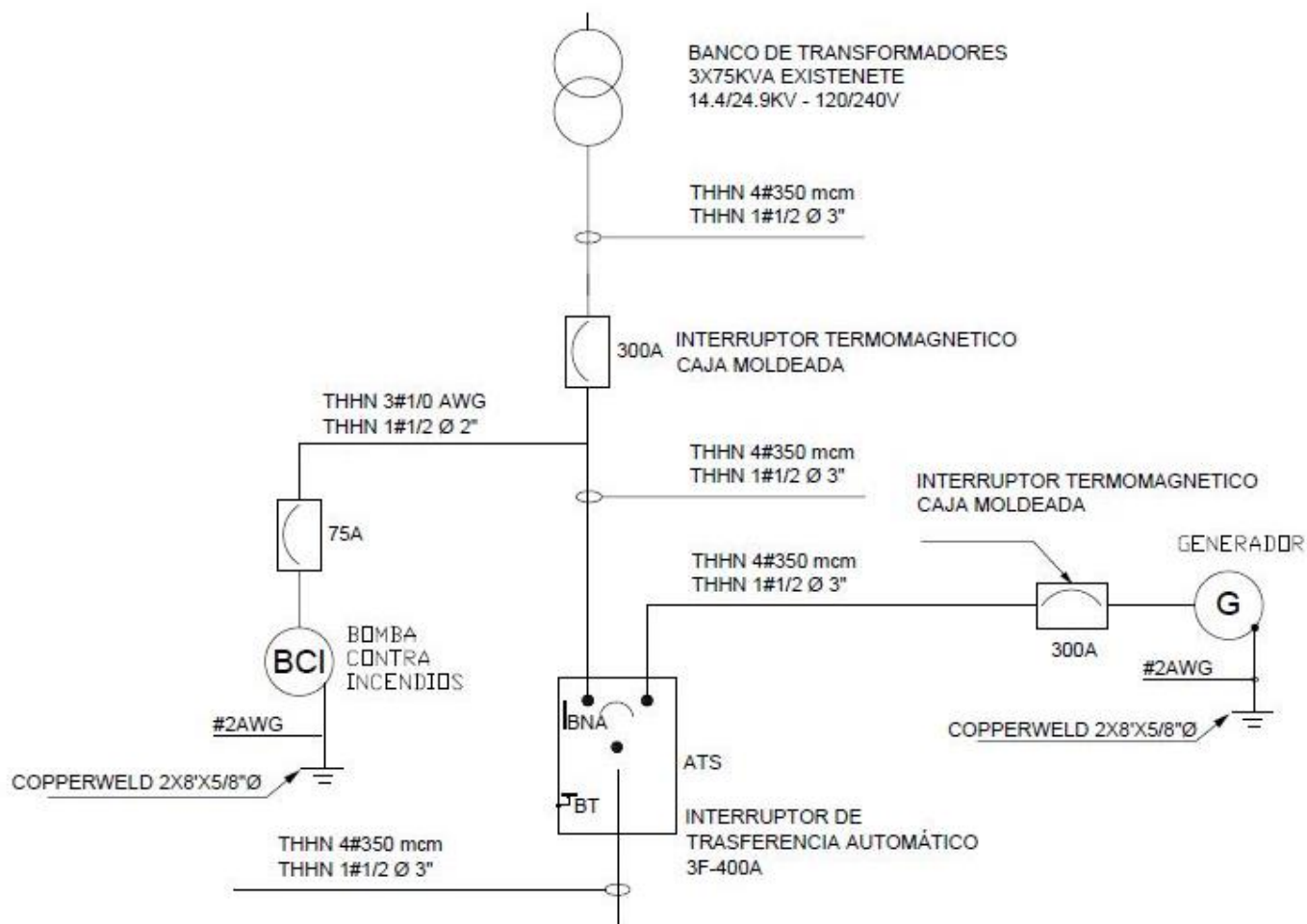


Diagrama #2 extraída de: ver pie de página.

Observamos este diagrama unifilar donde podemos ver que no cumple con el **Art 695 de Bombas contra incendio del NEC**, además podemos observar poca información brindada en los conductores, así como en los interruptores principales y nulos datos del generador instalado. Siendo los diagramas unifilares los pilares de las conexiones en las instalaciones eléctricas, debemos mejorar la calidad e información que plasmamos en el para evitar malas conexiones.

Diagrama #2: Rediseño de banco, Estelí, Nicaragua ejecutado en junio 2018

8.11. Paso 11: Notas generales

Las notas generales en un diseño, son aspectos importantes que se deben de tomar en cuenta a la hora de la instalación, se deben de recalcar muchas cosas del diseño en cuanto a construcción, métodos de instalación, información de cierto equipo, alturas de tomacorrientes y apagadores, código de colores para los cables etc.

Es necesario incluir estas notas ya que el diseñador se evita muchas veces reclamos por parte del cliente a la hora de la instalación (que, en muchísimos de los casos, el diseñador no supervisa su propio trabajo) ya que algunos instaladores a veces por ahorrarse algo de dinero cambian los materiales o accesorios descritos en plano por unos de más baja calidad y estos se dañan con mucha facilidad por lo cual es necesario que los diseñadores enfatizen ciertas notas con respecto cosas que debe cumplir el instalador y los materiales que se usaran.

Comparativa de como lo hacen comúnmente

Acá en Nicaragua es muy común que el propio diseñador de un proyecto no supervise o construya su propio diseño, por lo cual se hacen las notas generales para enfatizar lo que pueden hacer y que no a la hora de la construcción evitar malas prácticas por parte de los instaladores.

Una experiencia compartida por los consultados fue en un proyecto supervisado por ellos, se encontraron que el constructor no seguía a pie de la letra el plano, cambiaba la calidad de materiales, no respetaron el código de colores de los conductores ni los calibres, el constructor alegó que al no haber información “clara” de materiales y certificaciones, el procedió a instalar los materiales que se tienen más a mano.

Esto nos deja claro la importancia de mejorar el contenido de nuestros diseños y dejarlos de la manera más clara posible.

9. Notas generales para mejora de contenido

En esta sección definiremos las notas generales más importantes que podemos incluir tanto en nuestros planos como en nuestra memoria de cálculo, estas hablan de todo lo relacionado a la construcción, métodos de instalación, materiales y normas que debemos seguir al momento de realizar una construcción eléctrica.

1. Cajas de registro y salidas

- a) El Contratista suministrará e instalará todas las cajas y accesorios. Estas serán del tamaño y tipo adecuado para contener el número de conductores que entran o pasan por ellas, todo de acuerdo al Código de Instalaciones Eléctricas Nicaragua (CIEN). Las perforaciones que no se usen en las cajas y accesorios deberán taparse. No se permitirán cajas de salidas circulares. Todas las cajas y accesorios serán de acero galvanizado, pudiendo ser octagonales, cuadrados o rectangulares. Serán aprobadas UL.
- b) Toda caja que esté expuesta a la intemperie, deberá ser del tipo especial para intemperie, además deberá de ser tapada con una tapa especial IP67.
- c) Las cajas de salidas para las unidades de alumbrado a instalarse superficialmente serán de 100 x 100 mm, octogonal o cuadrada. En los casos que se especifique luminarias embutidas en concreto o mampostería, terminadas al ras las cajas de las unidades se instalarán durante las operaciones de tendido del conduit. Para los casos donde se instalen luminarias en cielo falso, se instalará una caja de registro que está fijada al conduit y otra que está fijada a la unidad de alumbrado.
- d) Esto último podría ser, cuando la unidad lo permita, la caja de la unidad. Se instalará un conduit metálico flexible como bajante.
- e) Todas las cajas de salida tendrán por lo menos 38 mm de profundidad debiéndose, sin embargo, instalarse cajas de mayor profundidad cuando así lo requiera el diámetro del conduit al que está conectada el artefacto que se instale en la caja, o el número de conductores que tengan que colocarse dentro de la caja.
- f) Toda caja de salida para dispositivos será de 100 x 100 mm y deberá estar provista con tapa de repello con un levantamiento no menor de 6.2mm.
- g) Las tapas de repello deberán quedar a ras con el repello final o acabado arquitectónico.
- h) Cuando dos o más apagadores y tomacorrientes tengan que instalarse en un solo lugar, se deberán agrupar colocándose en cajas de 2, 3 o 4 Gangs (una sola pieza) y deberán cubrirse con una sola placa.
- i) Los apagadores y tomacorrientes serán colocados a una altura uniforme, la que será determinada en definitiva por el Supervisor. En el caso de tomacorrientes de uso industrial, se indica en los planos la altura de instalación, la que se verificará con el

Supervisor al momento de su canalización. En caso de no indicarse, se tomará como regla general las salidas a las siguientes:

- Interruptores: 1.20 metros
 - Tomacorrientes de pared: 0.30 metros
 - Tomacorrientes en mueble: 0.10 metros (sobre superficie del mueble al centro o como se indique).
- j) Las cajas de apagadores y tomacorrientes y los gabinetes se instalarán de tal forma que la orilla de la placa de los mismos no se encuentre a menos de 5 centímetros de esquinas, marcos de puertas y otros acabados. En caso de conflictos, se deberá consultar al Supervisor para determinar la ubicación definitiva. Los apagadores de cuartos individuales serán localizados en el lado de la cerradura de cada puerta, a menos que los planos no indiquen claramente lo contrario. El Contratista deberá verificar en los planos arquitectónicos la forma correcta de giro de la puerta.
- k) Todas las cajas de salidas deberán ser anclados firmemente en su lugar requerido. Cajas embebidas en concreto se consideran suficientemente ancladas. Cajas sobre mampostería u otras superficies sólidas, deberá anclarse con tornillos o clavos apropiados. Cajas en cielo falso deberán fijarse usando las barras apropiadas para ese fin.
- l) Antes de la operación de alambrado, el conduit y cajas deberán ser limpiadas en su totalidad. Si las cajas han sufrido deterioro en el galvanizado por cualquier efecto, el Supervisor podrá ordenar el cambio de dichas cajas o bien ordenar pintarlas con pintura anticorrosiva, sin que en ninguno de los casos haya costos adicionales para el Dueño.

2. Conductores

- a) Los conductores a usarse serán de cobre y con aislamiento termoplástico, tipo THHN, a menos que en los planos o estas especificaciones se indique otra cosa. El aislamiento será para un servicio de 600 voltios.
- b) Todos los alambres deberán ser calibre AWG No. 10 a menos que en los planos o especificaciones se indique otro calibre. No se instalarán conductores con calibre menor al No. 12, excepto para señales o controles. Los conductores de calibre 10 o menos pueden ser sólidos, pero los de mayor serán trenzado. Los calibres usados corresponden al sistema "American Wire Gauge" y europeo.

- c) Para la identificación de los conductores en los circuitos se usarán los mismos colores en las diferentes fases y se conservará un color uniforme en todo el edificio, todo de conformidad al Código Eléctrico. Para los alimentadores se podrán usar conductores de un solo color, pero en sus terminales serán marcadas con 3 bandas de cinta adhesiva 3m Scotch 35 o similar de los colores de NEC o CIEN para su debida identificación en los paneles y gabinetes.
- d) No se permitirá ningún empalme de alambre dentro de las tuberías. Las líneas serán continuas de caja a caja. En caso se constate un empalme dentro del tubo el Supervisor podrá a su elección, exigir la extracción total de todos los conductores del edificio, todo por cuenta del Contratista. En las cajas de salida o registro, las conexiones serán hechas para conductores No. 8 y menores con conectores manufacturados por 3m Scotlock o del tipo Wire Nut de Ideal Industries Inc. Para conductores de mayor calibre se usarán conectores de compresión de dos sentidos manufacturados por Thomas and Betts o similar. Cuando sea necesario se usarán terminales Sta-Kon de Thomas and Betts del tipo de compresión o similar.
- e) En toda terminal se dejará por lo menos 20 centímetros de alambre de largo para efectuar las conexiones a las luminarias y demás dispositivos.
- f) No se iniciará la colocación de los conductores dentro de las canalizaciones hasta que estén completamente terminadas. Cualquier conductor que sea introducido con anticipación deberá ser retirado. No se permitirá usar lubricantes o grasa para facilitar el desplazamiento de los conductores. Se deberá usar talco o parafina para tal efecto.
- g) Las extensiones de las salidas deberán nivelarse a fin de que queden a 1/8" más bajo que la retorta final de cemento. Para ambientes con acabado de terrazo, las extensiones deberán quedar a ras de la retorta.

3. Apagadores y tomacorrientes

- a) El Contratista suministrará e instalará los apagadores en las cajas de salidas en los lugares indicados en los planos. Todos se conectarán en forma tal que cuando la palanca está en la posición superior, el circuito esté conectado.
- b) Los apagadores deberán conectarse a los circuitos en tal forma que nunca interrumpan el conductor neutro, es decir que estarán conectados a la línea viva.

- c) Los apagadores se instalarán como norma general a una altura de 1.20 metros sobre el nivel del piso terminado.
- d) Los apagadores serán de un polo, conmutados de tres y cuatro vías, para 20 amperios, 120 voltios, AC, operación de palanca, normas NEMA, Grado Industrial, tipo silencioso. El color, número de polos, voltaje y tipo de operación serán según se indique en planos y simbología.
- e) El Contratista suministrará e instalará todos los tomacorrientes en las cajas de salida en los lugares indicados en los planos y especificaciones. Serán del tipo de doble contacto, polarizados y del amperaje requerido.
- f) Los tomacorrientes exteriores, expuestos a la intemperie, serán colocados en cajas a prueba de agua y cubiertos con placas especiales. Se colocarán, en general, a una altura de 45 centímetros sobre el nivel del piso terminado. Normalmente los tomacorrientes en las paredes se colocarán en posición vertical.
- g) Las salidas especiales de fuerza cumplirán con su configuración con las normas NEMA de tomacorrientes y corresponderán al amperaje del protector del circuito a menos que se indique lo contrario.
- h) Los tomacorrientes dobles en circuitos multifilares, se conectarán en forma tal que cada receptáculo sea independiente y alimentado por fase diferente.
- i) La canalización para apagadores y tomacorrientes ubicados en particiones será ejecutada con conduit metálico flexible con conductor de tierra.
- j) Los apagadores y tomacorrientes serán cubiertos con placas que cubran completamente la abertura de la caja.

4. Luminarias

- a) Las luminarias y accesorios deberán quedar firmemente sujetadas a la estructura del edificio con el sistema de suspensión adecuado tal como se indican en los planos, de tal modo que permitan ser removidas fácilmente sin que sea dañada la pintura de éstas en caso de ser removidas. Los diferentes tipos de luminarias están indicados en los planos.

- b) La localización aproximada está indicada en los planos eléctricos. En los planos arquitectónicos están indicados con mayor precisión la ubicación de las luminarias. En caso de haber discrepancia, el Contratista deberá consultar al Supervisor quien la seleccionará sin costo adicional para el Dueño.
- c) En el caso específico de las filas de luminarias que se instalarán en el área de ventas del supermercado, el contratista se ajustará a los detalles indicados para fijar y suspender las filas. En caso de haber alguna discrepancia con otras instalaciones, prevalecerá la distribución de las filas, debiendo el Contratista de las instalaciones eléctricas notificar a la Supervisión para proceder a la reubicación de las otras instalaciones.
- d) Las luminarias fluorescentes serán equipadas con balastro o reactores de alto factor de potencia aprobada para el servicio del voltaje indicado en los planos o especificaciones. En general, se utilizarán lámparas de temperatura de color 4100 K, pudiendo el Arquitecto seleccionar otros colores para áreas específicas.
- e) Toda luminaria será equipada con su lámpara de la potencia indicada, y cuando no se indique, será como lo indique el Supervisor.
- f) Todas las luminarias fluorescentes, LED y multivapor colocadas en cielo falso deberán soportarse adicionalmente desde la estructura utilizando alambre galvanizado No. 16 AWG desde no menos de tres puntos.
- g) Provéanse todos los accesorios para un montaje adecuado, incluyendo todos los herrajes requeridos por los diferentes tipos de construcción.

5. Sistema de tierra

- a) Se deberán aterrizar todos los sistemas eléctricos según establezca el National Electrical Code de los Estados Unidos de Norteamérica, tomando en cuenta el diagrama unifilar que se muestra en los planos.
- b) Se instalará un anillo de tierra alrededor del edificio con varillas Copperweld tal como se indica en planos. Se unirán todas las tierras entre sí, del sistema eléctrico, del sistema de señales, de pararrayos, del anillo perimetral, para formar una red equipotencial, tal como se indica en los planos del proyecto.
- d. Se deberán aterrizar equipos, marcos y estructuras según Código.

CAPITULO 3

Aspectos finales

10. Conclusiones

El propósito de esta tesis es hacer una guía y demostrar cómo se realizan y presentan los diseños eléctricos en Nicaragua, analizar los errores comunes de cálculos y la manera correcta de como se hace, además de brindar una idea de cómo mejorar el contenido de los planos para una mayor interpretación de estos mismos.

El desarrollo de un diseño eléctrico, se debe de realizar con todas las herramientas e información posible, debemos de tomar en cuenta muchos criterios y normas que rodean todo lo relacionado con los sistemas eléctricos, ir paso a paso desarrollando el proyecto y tratar de dejar lo más claro posible el plano para evitar confusiones en campo. A su vez, presentamos los puntos de vistas y experiencias de algunos diseñadores e instaladores que nos narran errores que se cometen en campo y fueron reflejados en cada uno de los pasos que vimos en este trabajo.

Parte de la problemática a veces para diseñadores nuevos es el poco conocimiento o poca experiencia que tienen en el uso de las normas eléctricas. Se deben de analizar los diferentes aspectos de cómo se aplican las normas en los diseños actuales en Nicaragua para lograr cumplir lo más importante de las instalaciones eléctricas: que sean seguras, eficientes, económicas y flexibles.

Nuestra propuesta pretende que los futuros diseñadores que vengán surgiendo sientan la necesidad de desarrollar sus diseños con la mejor información posible con respecto a simbologías, notas generales y detalles eléctricos, que son parte fundamental a la hora de una instalación y que pocas veces se incluyen en los diseños actuales en Nicaragua.

11. Anexos

a. Tablas anexadas a este trabajo

Tabla #1 niveles de iluminación, Sylvania

NIVELES DE ILUMINACIÓN

SYLVANIA

ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS			ACTIVIDAD	NIVELES DE ILUMINACIÓN (LUX)			TONOS DE LUZ RECOMENDADOS		
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO		MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
ASCENSORES							LOCALES INDUSTRIALES						
Interior	300	500	700	-	-	-	Comunes a todas las categorías						
Reflejo	50	100	200	-	-	-	Alumbrado general	100	200	400	-	-	-
EDIFICIOS AGRÍCOLAS							Depósitos	50	200	400	-	-	-
Garajes, cocheros: Alumbrado general	50	100	200	-	-	-	Embalaje	100	200	400	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-	Entrada, pasillos, escaleras	100	200	500	-	-	-
Gráneros, almacenes: general	50	150	300	-	-	-	Instrumentos de medida y control	300	500	1000	-	-	-
Gallineros, porquerizas y conejeros	50	150	300	-	-	-	Oficinas de dibujo: Alumbrado general	100	200	500	-	-	-
Preparación de los alimentos al ganado	100	200	400	-	-	-	Sobre las mesas de dibujo	700	1000	2000	-	-	-
ENSEÑANZA							Industrias básicas: Forja, laminación	200	400	600	-	-	-
Dibujo de arte, industrial y costura	600	700	1000	-	-	-	Industrias gran precisión	1000	2500	5000	-	-	-
Gimnasios	150	300	500	-	-	-	Industrias de precisión: Ajuste, pulido	600	1000	2000	-	-	-
Pizarras	300	500	700	-	-	-	Industrias muy bastas	70	80	150	-	-	-
Salas de clases y laboratorios	200	600	1000	-	-	-	Industrias ordinarias: Taladros, tornos	300	600	800	-	-	-
Salas de conferencias	200	600	1000	-	-	-	Imprenta y Artes Gráficas						
Vestibulos, habitaciones de paso	150	300	700	-	-	-	Gulíofinas y apiladoras	300	500	1000	-	-	-
Vestuarios, locadores, lavabos	50	100	250	-	-	-	Máquinas de composición mecánica	300	500	1000	-	-	-
GARAJES							Máquinas: salida de las hojas	300	500	1000	-	-	-
Parkings	100	150	300	-	-	-	Máquinas para batir tintas	700	1000	2000	-	-	-
Reparaciones	200	300	500	-	-	-	Mesas de arreglo, composición	700	1000	2000	-	-	-
HABITACIONES							Industrias Alimenticias						
Cuartos de baño: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-	Engratillado, cerrado de cajas	300	500	1000	-	-	-
Espesores	200	600	1000	-	-	-	Envasado	150	200	400	-	-	-
Cocinas	150	300	600	-	-	-	Escogido	300	500	1000	-	-	-
Cuartos de estar: Alumbrado general	70	200	400	-	-	-	Estérilización	300	500	1000	-	-	-
Lectura	200	600	700	-	-	-	Frigoríficos: Cámara frigorífica	50	100	200	-	-	-
Cuartos de niños	70	200	400	-	-	-	Salas de máquinas	150	200	400	-	-	-
Dormitorios: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-	Laboratorio	300	500	1000	-	-	-
Camas	200	600	800	-	-	-	Preparación de pastas, llenado de latas	250	400	600	-	-	-
Escaleras	100	150	300	-	-	-	Tratamiento de subproductos	150	200	400	-	-	-
Trabajo de escolares en casa	300	600	750	-	-	-	Industrias Metalúrgicas						
HOSPITALES Y CLÍNICAS							Alumbrado localizado en los moldes	500	700	1200	-	-	-
Camas	100	200	400	-	-	-	Cabine de pulverización	700	1000	2500	-	-	-
Habitaciones y salas: Alumbrado general	50	100	250	-	-	-	Laminado, opalizado y treflado	200	300	600	-	-	-
Alumbrado de noche	10			-	-	-	Nave de guarnecido de canceroceras	200	300	600	-	-	-
Sobre la cama, examen y lectura	300	600	750	-	-	-	Preparación de chapas, pinturas	300	500	1000	-	-	-
Gabinetes dentales, sillón	700	2500	5000	-	-	-	Dosificación y mezcla de los colores	2000	3500	5000	-	-	-
Salas de espera	200	400	600	-	-	-	Pulido de pinturas, decoración, acabado	300	500	1000	-	-	-
Laboratorios (Patología e información)	300	600	1000	-	-	-	Inspección: Detalles a verificar minúsculos	3000	4000	5000	-	-	-
Mesas de operación	3000	5000	8000	-	-	-	Detalles a verificar mediano	300	600	1200	-	-	-
Quirófanos	300	600	1000	-	-	-	Detalles a verificar fino	1000	2000	3000	-	-	-
Salas de examen	300	600	1000	-	-	-	Detalles a verificar muy finos	1500	2500	4000	-	-	-
CAFES Y RESTAURANTES							Rebarbado	200	300	600	-	-	-
Cocinas	200	400	700	-	-	-	Talleres de montaje: Piezas muy pequeñas	1000	1500	3000	-	-	-
Comedores y salones	100	300	600	-	-	-	Talleres de montaje de piezas medianas	200	300	600	-	-	-
Dormitorios: Alumbrado general	100	200	400	-	-	-	Talleres de montaje de piezas pequeñas	500	1000	2000	-	-	-
Camas	200	500	800	-	-	-	Talleres: Modelado, embutición, tallaje	200	300	600	-	-	-
Recepción: Alumbrado general	100	200	400	-	-	-	Trabajos de piezas medianas en banco	300	500	1000	-	-	-
Alumbrado localizado	300	600	750	-	-	-	Trabajos de piezas pequeñas en banco	500	700	1200	-	-	-
	MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO		MÍNIMO	BUENO	MUY BUENO	LUZ DÍA	BLANCO	BLANCO CÁLIDO
							Industrias Químicas						
							Delante de los aparatos como: molinos	200	300	600	-	-	-
							Molida, mezclada, triturada	200	300	600	-	-	-
							Sobre el plano de la mesa	300	600	1200	-	-	-
							Sobre mesas y pupitres	200	300	600	-	-	-
							Sobre niveles, manómetros	300	600	1000	-	-	-
							Industrias Textiles						
							Alumbrado localizado	1000	2000	3000	-	-	-
							Comparación de colores	700	1000	2500	-	-	-
							Control final	600	700	1200	-	-	-
							Preparación: Mazada, vareado, estrado	150	300	600	-	-	-
							Talleres de corte	300	600	1000	-	-	-
							Trabajos sobre el bastidor	300	500	1000	-	-	-
							Industrias Del Transporte						
							Estación de Ferrocarril						
							Señal de salida	100	200	400	-	-	-
							Estaciones de Servicio						
							Lavado y reparaciones	200	300	600	-	-	-
							Paltos y accesorios	150	200	500	-	-	-
							Surfidores	200	300	600	-	-	-
							Garajes de Automóviles						
							Lavado, engrase, cuidado en general	100	150	300	-	-	-
							Reparaciones	200	300	500	-	-	-
							Hangares de Aviones						
							Alumbrado general	200	300	600	-	-	-
							Entrenamiento y reparaciones	300	600	1000	-	-	-
							Muelles Marítimos						
							Mercaderías	50	100	200	-	-	-
							Viajeros	100	200	400	-	-	-
							Venta de Billetes						
							Alumbrado general	100	150	300	-	-	-
							Andenes de viajeros	100	200	400	-	-	-
							Casilleros, Distribuidores y taquillas	300	500	1000	-	-	-
							Salas de equipajes	100	150	300	-	-	-
							OFICINAS Y ADMINISTRACIONES						
							Archivos	100	200	400	-	-	-
							Manejo de libros, mecanografía	300	500	1000	-	-	-
							Vestibulos, habitaciones de paso	150	300	700	-	-	-
							TIENDAS						
							Grandes Superficies						
							Alumbrado general	300	500	1000	-	-	-
							Escaparates sobre calle comercial	1000	3000	5000	-	-	-
							Escaparates sobre calle no comercial	500	1000	2000	-	-	-
							Estantes de mercancías	100	200	400	-	-	-
							Presentaciones, especiales y vitrinas	1000	2000	3000	-	-	-
							Sobre los mostradores	500	700	1200	-	-	-
							Pequeñas Superficies						
							Alumbrado general	200	300	500	-	-	-
							Sobre los mostradores	300	500	700	-	-	-
							Escaparates	800	1000	2000	-	-	-

www.havells-sylvania.com

Tabla #2 Coeficiente de utilización, Westinghouse

Tomado de Manual de Alumbrado Westinghouse 1985



		80%			50%			10%			0%
Techo		50%	30%	10%	50%	30%	10%	50%	30%	10%	0%
Pared											
<p>Categoría V</p> <p>h = 1.5</p>  <p>2 lámparas T-12 430 mA. Para 800 mA. C.U. x 0.96</p>	RCL*										
	1	0.70	0.66	0.63	0.62	0.59	0.57	0.52	0.51	0.49	0.47
	2	0.60	0.54	0.50	0.53	0.49	0.46	0.45	0.42	0.40	0.37
	3	0.52	0.46	0.41	0.46	0.41	0.38	0.39	0.36	0.33	0.31
	4	0.46	0.39	0.34	0.41	0.36	0.32	0.35	0.31	0.28	0.26
	5	0.40	0.33	0.28	0.36	0.30	0.26	0.31	0.27	0.24	0.22
	6	0.36	0.29	0.24	0.32	0.26	0.22	0.27	0.23	0.20	0.18
	7	0.32	0.25	0.21	0.29	0.23	0.19	0.25	0.21	0.17	0.16
	8	0.29	0.22	0.18	0.26	0.20	0.17	0.22	0.18	0.15	0.13
	9	0.26	0.19	0.15	0.23	0.18	0.14	0.20	0.16	0.13	0.11
	10	0.23	0.17	0.13	0.21	0.16	0.12	0.18	0.14	0.11	0.10
<p>Categoría V</p> <p>h = 1.2</p>  <p>2 lámparas T-12 430 mA. Lente prismática 30 cm ancha. Para lámpara T-10. C.U. x 1.02</p>	1	0.63	0.61	0.59	0.59	0.58	0.56	0.55	0.54	0.53	0.52
	2	0.57	0.54	0.51	0.54	0.51	0.49	0.50	0.49	0.47	0.46
	3	0.51	0.48	0.44	0.49	0.46	0.43	0.46	0.44	0.42	0.41
	4	0.46	0.42	0.39	0.44	0.41	0.38	0.42	0.39	0.37	0.36
	5	0.42	0.37	0.34	0.40	0.36	0.34	0.38	0.35	0.33	0.32
	6	0.38	0.34	0.30	0.37	0.33	0.30	0.35	0.32	0.29	0.28
	7	0.35	0.30	0.27	0.33	0.29	0.27	0.32	0.29	0.26	0.25
	8	0.31	0.27	0.24	0.30	0.26	0.23	0.29	0.26	0.23	0.22
	9	0.28	0.24	0.21	0.27	0.23	0.20	0.26	0.23	0.20	0.19
	10	0.26	0.21	0.18	0.25	0.21	0.18	0.24	0.20	0.18	0.17

Tabla #3 Selección de diámetros de tubería por calibre de conductor, NTC2050

Tabla 3												
Número Máximo de Conductores por Ducto (Tabla C11 de NTC 2050)												
CALIBRE	1/2 "		3/4 "		1"		1,5"		2"		3"	
	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN	THW o THW-2	THHN
14 AWG	11	16	18	27	31	44						
12 AWG	8	11	14	19	24	32						
10 AWG	6	7	10	12	18	20	38	44				
8 AWG	3	4	6	7	10	12	21	25	33	40		
6 AWG	1	3	3	5	6	8	13	18	20	28	45	64
4 AWG	1	1	2	3	4	5	9	11	15	17	33	39
2 AWG	1	1	1	1	3	3	7	8	11	12	24	28
1 AWG	1	1	1	1	1	2	5	6	7	9	17	21
1/0 AWG	1	1	1	1	1	2	4	5	6	8	14	17
2/0 AWG	0	1	1	1	1	1	3	4	5	6	12	14
3/0 AWG			1	1	1	1	3	3	4	5	10	12
4/0 AWG			1	1	1	1	2	3	4	4	9	10
250 kcmil					1	1	1	2	3	3	7	8
300 kcmil					1	1	1	1	2	3	6	7
350 kcmil					1	1	1	1	2	2	5	6
400 kcmil					1	1	1	1	1	2	5	5
500 kcmil					0	0	1	1	1	1	4	4
750 kcmil					0	0	1	1	1	1	3	3
1000 kcmil					0	0	1	1	1	1	1	2

Tabla #4 Amperaje máximos de conductores por calibre

Amperaje que soportan los cables de cobre					
Nivel de temperatura:	60°C	75°C	90°C	60°C	
Tipo de aislante:	TW	RHW, THW, THWN	THHN, XHHW-2, THWN-2	SPT	
Medida / calibre del cable	Amperaje soportado			Medida / calibre del cable	Amperaje soportado
14 AWG	15 A	15 A	15 A	20 AWG	2 A
12 AWG	20 A	20 A	20 A		
10 AWG	30 A	30 A	30 A		
8 AWG	40 A	50 A	55 A	18 AWG	10 A
6 AWG	55 A	65 A	75 A		
4 AWG	70 A	85 A	95 A		
3 AWG	85 A	100 A	115 A	16 AWG	13 A
2 AWG	95 A	115 A	130 A		
1 AWG	110 A	130 A	145 A		
1/0 AWG	125 A	150 A	170 A	14 AWG	18 A
2/0 AWG	145 A	175 A	195 A		
3/0 AWG	165 A	200 A	225 A		
4/0 AWG	195 A	230 A	260 A	12 AWG	25 A

Tabla #5 Sistemas de tierra, NEC

Tabla 250.66 Conductor del electrodo de puesta a tierra para sistemas de corriente alterna

Calibre del mayor conductor no puesto a tierra de entrada de la acometida, o área equivalente para conductores en paralelo ^a (AWG/kcmil)		Calibre del conductor del electrodo de puesta a tierra (AWG/kcmil)	
Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre ^b
2 o menor	1/0 o menor	8	6
1 ó 1/0	2/0 ó 3/0	6	4
2/0 ó 3/0	4/0 ó 250	4	2
Más de 3/0 hasta 350	Más de 250 hasta 500	2	1/0
Más de 350 hasta 600	Más de 500 hasta 900	1/0	3/0
Más de 600 hasta 1 100	Más de 900 hasta 1 750	2/0	4/0
Más de 1100	Más de 1 750	3/0	250

Tabla #6 Sistemas de tierra, NEC

Tabla 250.122 Calibre mínimo de conductores de puesta a tierra de equipos para puesta a tierra de canalizaciones y equipos.

Valor nominal o ajuste de dispositivos automáticos contra sobrecorriente en circuitos antes del equipo, conduit, etc., sin exceder de (Amperes)	Calibre (AWG o kcmil)	
	Cobre	Aluminio o aluminio recubierto de cobre*
15	14	12
20	12	10
30	10	8
40	10	8
60	10	8
100	8	6
200	6	4
300	4	2
400	3	1
500	2	1/0
600	1	2/0
800	1/0	3/0
1000	2/0	4/0
1200	3/0	250
1600	4/0	350
2000	250	400
2500	350	600
3000	400	600
4000	500	800
5000	700	1200
6000	800	1200

b. Artículos aplicados

i. Artículos iluminación (CIEN)

- **410-4. Luminarias y equipos en lugares específicos**

- a) **Lugares húmedos y mojados:** las luminarias que se instalen en lugares húmedos y mojados deben de instalarse de tal manera que el agua no pueda entrar o acumularse en los compartimientos de su alumbrado, en el portalámparas o cualquier otra parte eléctrica. Deben identificarse (estar certificados) como apropiados para lugares húmedos y mojados, según sea el caso

- **410-16 Medios de soporte**

- e) **Cielo raso suspendido:** Los elementos de soporte de un cielo raso donde se fijarán las luminarias deben asegurarse adecuadamente entre si y deben sujetarse apropiadamente de la estructura del edificio a intervalos regulares y apropiados para soportar su peso.

Las luminarias deben sujetarse adecuadamente de los miembros del soporte del plafón, mediante elementos mecánicos apropiados, tales como cinturones, tornillos prisioneros y resorte, se permite el uso de elementos del tipo clip identificados como adecuados para el tipo de techo, miembros de soporte del mismo y de la luminaria.

- f) **Soportes de luminarias:** Cuando estos no son parte de las cajas de registro y soportes especiales, deben ser de acero, hierro, aluminio o cualquier otro material rígido aceptable para su tipo de aplicación.

- **410-100 (Rieles para iluminación) definición**

Los rieles para iluminación son un conjunto de elementos fabricados y diseñados para soportar y energizar unidades de iluminación (luminarias, reflectores) los cuales pueden reemplazarse fácilmente en dichos rieles. Su longitud puede variar aumentando o disminuyendo secciones de dicho tipo de rieles.

- **410-101. Instalación (a,b,c,d)**
- **410-102. Carga del riel**
- **410-103. Rieles para alumbrado del tipo servicio pesado**
- **410-104. Fijación**
- **410-105. Requisitos de construcción (a,b)**
- **380 Interruptores**

ii. Artículos generales (CIEN)

- **220 Cálculo de circuitos derivados y alimentadores**
- **220-2 Tensiones**
- **220-3 Calculo de circuitos derivados (c)**
- **450 Transformadores y bóvedas para transformadores**
- **440 Equipos de Aire Acondicionado y Refrigeración**
- **384 Tableros de distribución y gabinetes de control**
- **210-20 Protección contra sobrecorrientes**
- **215-2 Sección mínima y capacidad de conducción**
- **310-2 Conductores**
- **310-15 Sección transversa mínima3108 de conductores**
- **250-81 Sistemas de electrodos de puesta a tierra**
- **445 Generadores**

iii. Artículos materiales y tuberías (CIEN)

- **300 Métodos de instalación**
- **300-2 Limitaciones**
- **300-3 Conductores**
- **300-4 Protección contra daños materiales (a,b,c,d)**
- **300-5 Instalaciones subterráneas**
- **300-6 Protección contra la corrosión**
- **300-16 Canalización o cables para instalación oculta o visible**
- **300-17 Numero y sección transversal de conductores en canalizaciones**
- **300-18 Instalaciones de canalizaciones**
- **310-8 Instalaciones en lugares mojados**
- **331 Tubería eléctrica no metálica**
- **331-3 Usos permitidos**
- **331-4 Usos no permitidos**

- **331-8 Empalmes**
- **331-9 Curvas o dobleces**

iv. Artículos generales (NEC)

- **404 interruptores**
- **220.14 cargas para todo tipo de locales**
- **210.52 salidas de receptáculos o tomacorrientes en unidades de viviendas (A) hasta (H)**
- **408.58 especificaciones de construcción de paneles**
- **220.52 carga de electrodomésticos**
- **210 circuitos ramales**
- **352.10 usos permitidos (A) hasta (H)**
- **352.12 usos no permitidos (A) hasta (F)**
- **358.10 usos permitidos (A) hasta (C)**
- **358.12 usos no permitidos (1) hasta (6)**
- **342.10 usos permitidos (A) hasta (D)**
- **310 conductores alambrado general**
- **504.80 identificación (C) código de colores**
- **695 bombas contra incendio**

c. Figuras extraídas

- **Figura #1: Diseño de 2 modelos residenciales, las colinas Managua, Nicaragua, ejecutado en febrero 2017**
- **Figura #2: Rediseño de banco, Estelí, Nicaragua, ejecutado en junio 2018**
- **Figura #3: Diseño de condominio, las colinas Managua, Nicaragua, ejecutado en mayo 2017**
- **Figura #4: Diseño de residencia privada, Managua, Nicaragua, ejecutado en junio 2018**
- **Figura #5: Diseño de modulo comercial de zapatos, la paz centro, Nicaragua, ejecutado en julio 2018**

d. Paneles extraídos

- Panel #1: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua, ejecutado en junio 2016
- Panel #2: Diseño de residencia privada, Managua, Nicaragua, ejecutado en junio 2018
- Panel #3: Diseño de casino, Managua, Nicaragua, ejecutado en agosto 2017

e. Tablas de calculo

- Tabla #1 y #2: TD2 y TD16 Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua, ejecutado en junio 2016

f. Detalles

- Detalle #4 y #5: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua, ejecutado en junio 2016

g. Diagramas

- Diagrama #1: Diseño de supermercado, La Paz Centro, Nicaragua, ejecutado en junio 2016
- Diagrama #2: Rediseño de banco, Estelí, Nicaragua, ejecutado en junio 2018

h. Entrevistas

- Entrevistado #1: Ingeniero Eléctrico titulado, 9 años de experiencia en diseño y supervisión
- Entrevistado #2: Ingeniero Eléctrico titulado, 11 años de experiencia en diseño, construcción e instalación eléctrica
- Entrevistado #3: Técnico instalador, 7 años de experiencia
- Entrevistado #4 No titulado, 5 años de experiencia en diseño, construcción, presupuestos

12. Bibliografía

Códigos y normas

1. Código de instalaciones eléctricas de Nicaragua CIEN
Autor: Instituto Nicaragüense de Energía, INE
Editorial en Managua
1era Edición
1996
2. NFPA 70 NEC 2017 (National Electric Code)
Edición: NFPA (distributed by Cengage Learning)
2017

Libros

3. Instalaciones eléctricas, conceptos básicos y diseños
Autor: N Bratu - E Campero
Editorial Alfaomega
2da edición.
1992

Páginas de internet

4. <http://www.nfpajla.org/columnas/perspectiva-regional/1262-actualizando-el-nec>
Journal Latinoamericano
La revista de la NFPA
5. <https://www.lamparadirecta.es/tipos-de-luminarias>
Lámpara directa.es, iluminación y led profesional

6. <https://recursos.citcea.upc.edu/llum/interior/iluint2.html>
Cálculos de iluminación
7. <http://www.alegsa.com.ar/Dic/ups.php>
alegsa.com.ar, definición de ups
8. <https://unicrom.com/determinando-la-potencia-de-una-ups/>
Electrónica unicrom, cálculos de ups